

DIE
VEGETATION DER ERDE

NACH IHRER KLIMATISCHEN ANORDNUNG.

EIN ABRISS

DER

VERGLEICHENDEN GEOGRAPHIE DER PFLANZEN

VON

A. GRISEBACH.

ERSTER BAND.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1872.

280073-B. F. 11

1

*Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen wird vom Verfasser
und vom Verleger vorbehalten.*



VORWORT.

Seit Humboldt während seines Aufenthalts in Quito das Naturgemälde der Tropenländer entwarf und in dieser Schrift von einem umfassenden Standpunkte aus die Gesetze zu erforschen suchte, welche der Anordnung der Vegetation zu Grunde liegen, sind die Grundsätze dieses hiedurch neu angebahnten Zweiges der physischen Erdkunde mehrfach bearbeitet worden. Die Werke von Schouw (1822) und A. de Candolle (1855) bezeichneten den Umfang dieser Untersuchungen, und die Methoden, wodurch sie zu fördern sind, wurden von diesen Naturforschern weiter ausgebildet. Der allgemeinen Feststellung der hier zu lösenden Aufgaben muss die Anwendung auf die einzelnen Schauplätze der organischen Natur entsprechen, aber eine solche vergleichende Darstellung der Vegetation aller Erdtheile und Länder ist noch niemals versucht worden. Ueberreich ist der Stoff, allein in einer weitschichtigen Literatur von geographischen und botanischen Schriften zerstreut und noch nicht unter jenen methodischen Gesichtspunkten zusammengefasst, die jede einzelne Forschung nach ihrer wissenschaftlichen Bedeutung zu würdigen haben und dadurch die Probleme ihrer fortschreitenden Lösung entgegen führen.

Den Plan zu dem in diesem Sinne unternommenen Werke habe ich schon vor 35 Jahren in einer Abhandlung der *Linnaea* vorgelegt und bin seitdem unablässig bemüht gewesen, den Stoff zu sammeln, den es mir nun an der Zeit schien, in einer solchen Form zusammenzustellen, wie sie mir damals in meiner Jugend vorschwebte. Meine Jahresberichte über die Fortschritte der geographischen Botanik, die ich (1840—1853) im Archiv für Naturgeschichte veröffentlichte und später (seit 1866) nach einem veränderten Plane in Behm's geographischem Jahrbuch (Bd. 1—3) wieder aufnahm, werden hiedurch zu einem gewissen Abschluss gebracht: was ich selbst auf Reisen in den verschiedensten Ländern Europas zu beobachten Gelegenheit hatte, konnte dazu dienen, mein Urtheil zu reifen und die Vergleichung mit den Forschungen in andern Erdtheilen zu erleichtern.

So sehr indessen gerade in unserm Zeitalter die geographischen Entdeckungen und mit ihnen die Naturkunde entlegener Länder fortgeschritten sind, so würde es doch schwer gelingen, eine bis in's Einzelne durchgeführte Uebersicht über die vegetabilischen Erzeugnisse nach ihrer räumlichen Anordnung zu entwerfen. Es müssten die Museen benutzt werden, in denen jedoch viele und wichtige Sammlungen bis jetzt unbearbeitet geblieben sind, und was auch in der Literatur des Pflanzensystems geleistet ward, so lassen doch auch hier die Schwierigkeiten, welche aus den schwankenden Ansichten über den Artbegriff entsprungen sind, sich nicht ohne Willkür beseitigen. Ich habe es daher als meine nächste Aufgabe betrachtet, mich auf solche allgemeinere Probleme zu beschränken, deren Untersuchung besser vorbereitet erschien, als dies im Bereich der systematischen Botanik meistens der Fall ist. Man kann den topographischen Studien einheimischer Forscher Vieles überlassen, was

erst in der Zukunft für den Ausbau des Ganzen verwerthet werden wird, und doch geographische Stoffe auswählen, welche die Anschauung im Einzelnen zu befruchten fähig sind. Dies ist derselbe Weg, den überhaupt die Erdkunde verfolgt, indem sie den Planeten, gleichsam wie von einem entfernten Standpunkte, wo dem Auge das Besondere sich entzieht, nach seinen grossen Verhältnissen aufzufassen sucht und dadurch den Rahmen feststellt, in welchen die örtlichen Erscheinungen sich allmählig und geordnet einfügen.

Diese Richtung wurde in der Geographie der Pflanzen schon damals eingeschlagen, als Humboldt und Wahlenberg die Vegetationsformen in ihrer Abhängigkeit vom Klima darstellten. Die Einflüsse des Bodens auf das Leben der Pflanzen bedingen ihre topographische Vertheilung, von der Wärme und Feuchtigkeit der Atmosphäre ist der Landschaftscharakter ganzer Länder und die Absonderung bestimmter Regionen in den Gebirgen abhängig. Aber so lange die Ergebnisse meteorologischer Messungen und ihre Durchschnittswerthe den Erscheinungen der Vegetation unvermittelt gegenübergestellt wurden, blieb ihr Zusammenhang dunkel und unbestimmt. Die Pflanze ist der Ausdruck der verschiedensten, in einander greifenden Bewegungen der unorganischen Natur, denen ihre Entwicklung sich anpasst. Indem man versucht, den vielseitigen Beziehungen zu folgen, welche den vegetabilischen Organismus mit seinen physischen Umgebungen verknüpfen, darf man hoffen, über die Grenzen, in welche jeder Lebenskreis eingeschlossen ist, zu einem vollständigeren Verständniss fortzuschreiten. Die Dauer der Vegetationsperiode, deren einzelne Phasen bestimmten Werthen der jährlichen Temperaturkurve entsprechen müssen, ist eins der wichtigsten Verhältnisse, an welches das Wohngebiet der Pflanzen gebunden erscheint.

Hätten wir indessen auch erkannt, weshalb eine Organisation gewisse klimatische Grenzen nicht überschreiten kann, so ist damit noch nicht erklärt, dass auch die ähnlichsten Klimate verschiedener Himmelsstriche in ihren Erzeugnissen so ungleich sind. Die Vegetation einer Landschaft ist nicht bloss die Folge physischer Lebensbedingungen, sondern auch eine Thatsache der Erdgeschichte. Jede Pflanzenart hatte eine bestimmte Heimath, ihr heutiges Vorkommen war von ihrer Fortpflanzung und Ausbreitung abhängig. Hieraus entspringt die doppelte Aufgabe, dasselbe entweder von vergangenen Zuständen oder aus beständig fortwirkenden Kräften abzuleiten, und nur, wenn beiden Richtungen genügt wird, wenn da, wo Klima und Boden dem Wachsthum einer Pflanze keine Schranke setzen, die geologische Geschichte der Organismen in ihr Recht tritt, kann ihre Anordnung richtig verstanden werden.

Die Geologie ist ein Gemeingut geworden, ihre Bedeutung für unser Kulturleben allgemein anerkannt. Warum sollte nicht auf einem naturwissenschaftlichen Gebiete, das noch viel tiefer in alle menschlichen Interessen eingreift, eine gleiche Empfänglichkeit für Forschungen zu erwarten sein, durch welche das gelehrte Studium zu der Würde einer gesellschaftlichen Aufgabe erhoben wird? Denn hier gilt es nicht bloss, ein wissenschaftliches Geheimniss zu lüften, sondern den Sinn einer Landschaft zu deuten, aus welcher der Künstler die Studien zu seinen Gebilden schöpft, oder den Boden zu beurtheilen, aus dem der Landmann sein Brod, das Gewerbe die Gaben der Natur erwirbt, oder endlich die Gesetze zu verstehen, die den Welthandel mit den Erzeugnissen des Pflanzenreichs beherrschen. Mit Bewusstsein in den Schauplatz der Natur einzutreten und in ihrer gesetzmässigen Ordnung Einsicht, Genuss und Frieden zu

suchen, ist mir bei diesen Forschungen ein Trieb des Gemüths und dadurch eine Quelle des Glücks gewesen. Bei der Zusammenstellung ihrer Ergebnisse habe ich daher nach einer Darstellungsweise gestrebt, durch welche ich, die Voraussetzung von botanischen Fachkenntnissen möglichst einschränkend, auch in weitem Kreisen Antheil an dieser Seite der Naturbetrachtung zu wecken wünschte. Blosser Schilderungen und Beschreibungen der durch ihre Vegetation verschiedenen Landschaften vermögen eine solche Befriedigung nicht zu gewähren. Die Thatsachen können kurz und bündig ausgesprochen werden, wenn sie in Messungen bestehen oder aus vergleichenden Merkmalen sich entnehmen lassen: ihre Bedeutung im Haushalte der organischen Natur erst giebt den gewonnenen Vorstellungen ihren Reiz und den Zauber der Erkenntniss.

Um die Vergleichung der in der Literatur zerstreuten Angaben zu erleichtern, wurden alle Massbestimmungen auf den Pariser Fuss, die geographische Meile (15 : 1⁰) und die Temperaturwerthe auf die Réaumur'sche Skala zurückgeführt.

Für die Ausführung der dem zweiten Bande beigefügten Uebersichtskarte der Vegetationsgebiete bin ich dem Professor Dr. Petermann verbunden, der den ersten Entwurf derselben bereits früher in seine »Mittheilungen« (Jahrg. 1867. Taf. 4) aufnahm und die jetzige verbesserte [Redaktion gleichfalls ausgeführt hat. In dieser Gestalt schien mir die Karte einer besondern Erläuterung nicht zu bedürfen, da sie nur den Zweck hat, den Umfang der Gebiete, auf welche sich die einzelnen Abschnitte des Werks beziehen, zur Anschauung zu bringen und dadurch der Erörterungen über ihre Grenzen

mich zu überheben, die im Texte nicht ohne Weitschweifigkeit gegeben werden könnten. Auch das Kolorit sollte den Ueberblick über die Vegetation der Erde vereinfachen: für die bewaldeten Gegenden wurden grüne, für die Steppen und Wüsten gelbe und rothe, für die weniger einförmigen Bekleidungen des Bodens andere Farbentöne gewählt. Die Kleinheit des Massstabes gestattete indessen nicht, auf die klimatischen Gegensätze innerhalb der einzelnen Vegetationsgebiete Rücksicht zu nehmen.

Göttingen, September 1871.

Inhalts-Verzeichniss.

Die natürlichen Floren.

Gang der Untersuchung S. 1. — Eintheilung der Erde in natürliche Floren 2. — Räumliche Analogie der Organisation. Klimatische Analogie der Organisation 6. — Physiognomische Klassifikation der Pflanzen 9.

I. Arktische Flora.

Klima. Verhältniss der arktischen zur alpinen Flora S. 15. — Erwärmung des ebenen und geneigten Bodens 16. — Einfluss des Meers auf das Festland 22. — Kürze der Vegetationsperiode 25. — Sommerwärme 27. — Winterkälte 31. — Tageslänge. Klimatische Gliederung der arktischen Flora 35. — Bewohnbarkeit 36. — Geologische Aenderung des Klimas 37.

Vegetationsformen. Grössenverhältnisse der arktischen Pflanzen S. 40. — Form der Laubmoose 42. — Erdlichenen 44. — Wiesengräser 45. — Cyperaceen. Stauden 46. — Sträucher. Weiden- und Rhamnusform 51. — Eriken- und Myrtenform 52.

Vegetationsformationen. Tundren S. 53. — Wiesen 55. — Matten. Gebüsche 56.

Regionen. Schneelinie S. 57. — Regionen in Island und Grönland 58.

Vegetationscentren. Wanderungen der arktischen Pflanzen S. 60. — Ausgangspunkte der Wanderungen 66.

II. Waldgebiet des östlichen Kontinents.

Klima. Umfang des Waldgebiets S. 70. — Verhältniss von Europa zu Sibirien 71. — Vegetationslinien 73. — Klimatische Bedingungen des Baumwuchses 77. — Einwirkung der Wälder auf das Klima 83. — Zonen des See- und Kontinentalklimas 86. — Buchenklima 88. — Klima der russischen Eichenzone 89. — Klima der Fichtenzone 91. — Klima des Amurgebiets und Kamtschatkas 94. — Westliche Vegetationszone 96. — Zone der Kastanie 99. — Zone

- der Edeltanne 101. — Zone der Cerriseiche 103. — Pussten Ungarns 106. — Klimatische Grenzen der immergrünen Sträucher 109. — Verhältniss Deutschlands zu den Nachbarländern 111. — Einfluss des solaren Klimas 112. — Klimatische Grenzen der Cerealien 114. — Klimatische Grenzen der Obstbäume 123. — Weinklima 125.
- Vegetationsformen.** Baumformen S. 126. — Nadelhölzer 131. — Laubbölzer 138. — Rhamnusform 144. — Krummholz. Erikenform 146. — Weidenform 147. — Tamariskenform. Wiesengräser 149. — Cyperaceen 152. — Rohrgräser 153. — Stauden 154. — Farnkräuter 155.
- Vegetationsformationen.** Ausdehnung des Waldes S. 155. — Bestandtheile des Waldes 156. — Haide. Moor. Erlenbruch 159. — Pussten 162. — Parklandschaft am Amur und im Kamschatka 163.
- Regionen.** Wiederkehr der Gebirgspflanzen in den Ebenen des Nordens S. 164. — Wiederkehr der Gebirgspflanzen in dem nordöstl. gelegenen Tieflande 167. — Wanderung der arktisch-alpinen Pflanzen 169. — Verhältniss der Polar- und Höhengrenzen 170. — Gewächse oberhalb der Schneelinie 172. — Parallelismus der Schneelinie und Baumgrenze 174. — Skandinavische Fjelde 176. — Schottische Hochlande 183. — Ural 184. — Stanowoi-Gebirge. Vulkane in Kamschatka 186. — Harz u. Sudeten 188. — Central-Karpaten. Altai u. Apfelgebirge 190. — Alpen 193. — Auvergne u. Jura. Vogesen u. Schwarzwald 202. — Südl. Karpaten 203. — Pyrenäen 204.
- Vegetationscentren.** Migrationshypothese S. 208. — Umfang der Wohngebiete 210. — Vegetationscentren der Gebirge 212. — Vegetationscentren der Alpen 214. — Vegetationscentren der Pyrenäen 225. — Vegetationscentren der Karpaten und anderer Gebirge 227. — Vegetationscentren des Tieflands 229. — Monotypische Gattungen 234. — Bestandtheile der Flora. Wanderungen der Pflanzen 235.

III. Mittelmeergebiet.

- Klima.** Vorzüge des Südens S. 241. — Südeuropäische Jahreszeiten 242. — Beschränkung der Mediterranflora auf die Küstenlandschaften 244. — Westliche und östliche Temperaturkurven 245. — Spanisches Klima 247. — Mediterranklima Südfrankreichs 250. — Italienisches Klima 252. — Griechisches Klima 256. — Klima Anatoliens 261. — Klima Nordafrikas und Syriens 265. — Klimatische Bedingungen der Bodencultur 266. — Vegetationsperiode 271.
- Vegetationsformen.** Immergrüne Laubbölzer S. 283. — Lorbeerform 288. — Olivenform 292. — Oleander- und Myrtenform 293. — Erikenform 297. — Spartiumform 299. — Dornsträucher 303. —

Tamarinden-, Mimoseen- und Eschenform 305. — Buchenform 306. — Lindenform 310. — Sykomorenform. Weidenform 311. — Rhamnusform 312. — Nadelhölzer und Cypressenform 313. — Palmen. Zwergpalmen 319. — Succulenten 321. — Lianen. Rohr- und Steppengräser 323. — Annuelle Gräser. Farnkräuter. Stauden und Zwiebelgewächse 324.

Vegetationsformationen. Wälder S. 327. — Maquis 330. — Matten 332. — Spanische Steppen 334. — Kulturgebiet 336.

Regionen. Baumgrenze 339. — Höhengrenzen des Oelbaums, der Kastanie und der Buche 341. — Verhältniss der Regionen zu einander 347. — Regionen der Sierra Nevada 348. — Regionen des Atlas, der Sierra de Guadarama 350. — Regionen des Canigou und Mont Ventoux 351. — Regionen in Korsika und Sardinien, in den Apenninen und am Aetna 352. — Regionen auf der griechischen Halbinsel 354. — Regionen in Anatolien 356. — Regionen in Syrien 361. — Regionen in Kolchis und der Krim 362.

Vegetationscentren. Absonderung der Vegetationscentren 363. — Vegetationscentren in Spanien 368. — Centren in Algerien 371. — Centren auf den Balearen, Korsika und Sardinien 373. — Centren in Italien 374. — Centren auf der griechischen Halbinsel und dem Archipel 376. — Centren im anatolisch-syrischen Küstenlande 379. — Vermischung der Vegetationscentren 381.

IV. Steppengebiet.

Klima. Jahreszeiten des Steppengebiets S. 392. — Klima der Tafelländer 393. — Verhältniss der Steppen zur Sahara 394. — Gliederung der Steppenflora 399. — Kaspisches Depressionsgebiet 400. — Transkaukasien 410. — Kaspische Südküste 411. — Tafelländer. Anatolische Hochebene 412. — Armenien 415. — Mesopotamien 418. — Syrien 420. — Persien 423. — Afghanistan 426. — Tibet 429. — Gobi 435. — Einfluss des Reliefs auf das Steppenklima 439.

Vegetationsformen. Organisation der Steppenpflanzen S. 442. — Saxaul 444. — Spartiumform 445. — Dornsträucher 446. — Mimoseenform 447. — Stauden 448. — Steppengräser 450. — Rohrgräser. Zwiebelgewächse 451. — Chenopodeen- und Tamariskenform 452.

Vegetationsformationen. Eintheilung der Steppen S. 455. — Grassteppe 456. — Sandsteppe 460. — Salzsteppe 461. — Uferwäldungen 463.

Regionen. Schnee- und Baumgrenze S. 463. — Regionen am Kaukasus 466. — Regionen am Thianschan 471. — Regionen der armenischen, persischen und afghanischen Randgebirge 474. — Regionen am Bolor 475.

Vegetationscentren. Absonderung der Vegetationscentren S. 476. — Monotypen 480. — Verhältniss der Steppen zu den Nachbarfloren 485.

V. Chinesisch-japanisches Gebiet.

- Klima. Periodicität der Niederschläge S. 489. — Stärke der Niederschläge 492. — Verhältniss zum indischen Monsunklima 494. — Wärme des Klimas 495.
- Vegetationsformen. Menge der Holzgewächse S. 496. — Coniferen 498. — Lorbeerform 499. — Laubhölzer mit periodischer Belaubung 500. — Oleander- und Myrtenform 501. — Bedingungen der Theekultur 502. — Tropische Vegetationsformen 507.
- Vegetationsformationen. Vertheilung der Wälder S. 509. — Mischung der Vegetationsformen. Anordnung der Kulturpflanzen 511.
- Regionen. Bergsysteme Chinas S. 512. — Japanische Vulkane 513.
- Vegetationscentren. Absonderung der Centren S. 513. — Endemische Gattungen 517. — Vorherrschende Familien 518. — Nicht endemische Pflanzen 519.

Quellenschriften und Erläuterungen.

- Die natürlichen Floren S. 523.
- I. Arktische Flora S. 524.
- II. Waldgebiet des östlichen Kontinents S. 532.
- III. Mittelmeergebiet S. 558.
- IV. Steppengebiet S. 582.
- V. Chinesisch-japanisches Gebiet S. 597.

Berichtigungen.

- Bd. 1. S. 103. Z. 7 u. 8. Die Noten 56 und 57 fallen hier aus.
- S. 169. Z. 10 u. 11 lies: und wo ihnen ein weiterer Spielraum gewährt wird.
- S. 275. Z. 6 statt: auch, lies: nur.
- S. 359. Z. 14 lies: Mit — Nadelhölzern sind die Gebirge innerhalb der Wolkenregion bewaldet, es wachsen —.
- S. 471. Z. 5 v. u. statt: Neigungsgürtel, lies: Neigungswinkel.
- S. 545. Z. 8 v. u. lies: *Halleri*.
-

Die natürlichen Floren.

Forschungen über die Anordnung der Pflanzen auf der Erde haben nicht bloss eine geographische, sondern auch eine naturwissenschaftliche Bedeutung. Mit dem Zwecke, die Erzeugnisse der einzelnen Länder zusammenzustellen, verbindet sich die Aufgabe, zu untersuchen, worin die physischen Einflüsse bestehen, welche, entweder noch jetzt oder in der Vorzeit wirksam, jeder Pflanze einen bestimmten Wohnort angewiesen haben und nur einzelnen, den ubiquitären Organismen, die Ausbreitung über die ganze Erde oder einen grossen Theil derselben frei geben. Diese Untersuchungen berühren sich daher ebenso sehr mit der physischen Erdkunde, wie mit der Geologie oder Entwicklungsgeschichte unseres Planeten, und diese beiden Richtungen nach einer bestimmten Methode gesondert zu verfolgen, scheint der geeignetste Weg zu sicheren Ergebnissen über die Gesetze, die der Anordnung der Vegetation zu Grunde liegen. Dem schöpferischen Gedanken Lyell's, dass man da, wo die in der Gegenwart wirkenden Naturkräfte den Bau der Erdrinde, sowie die Absonderung des Festlands vom Meer und die Unterschiede des Reliefs zu erklären genügend sind, nicht auf vergangene Katastrophen der Vorwelt schliessen dürfe, von denen man sich keine deutliche Vorstellung zu machen im Stande ist, verdankt die Geologie ihre festere Begründung. Dieser Grundsatz findet auch in der Geobotanik, der Geographie der Pflanzen, seine vollberechtigte Anwendung und hat den nachfolgenden Forschungen auf diesem Gebiete zum leitenden Gesichtspunkte gedient. Durch die Ansichten Darwin's trat die Annahme einer fortschreitend umbildenden Entwicklung der organischen Natur in den Vordergrund. Je allgemeiner man hiedurch angeregt und geneigt ist, die Erscheinungen der Gegenwart von den Vorstellungen über ihren genetischen Zusammenhang abzuleiten, desto entschiedener

scheint es geboten, sich die Frage zu stellen, in wie weit es möglich ist, die heutige Anordnung der Vegetation aus physischen und physiologischen Kräften zu erklären, die innerhalb des Bereichs der Erfahrung liegen. Zu diesen gehört die Variation der von einander abstammenden Individuen durch Acclimatisation und andere den Plan der organischen Gestaltung verändernde Einflüsse, aber, wie ansprechend auch die genetische Verknüpfung der Schöpfungen, welche nach einander die Erde bewohnt haben, erscheinen mag, so verlässt man doch den Boden der Thatsachen, indem man sich Vermuthungen über den Ursprung der weiter aus einander liegenden Formen, der Arten, der Gattungen und Familien von Pflanzen und Thieren hingiebt. Dass diese Begriffe von dem der Variationen nicht streng zu scheiden sind, ist kein Grund, ihnen eine und dieselbe Entstehungsweise zuzuschreiben und die Kräfte, durch welche allmälige Formveränderungen erzeugt werden, für die einzigen zu halten, mit denen die Natur ihren auf Mannigfaltigkeit der Wechselwirkungen gerichteten Zweck erreicht hat. Das Bestreben, die Aufgaben der Forschung einzuschränken und das der Beobachtung Zugängliche von den unbekanntem und unerreichbaren Bahnen der organischen Entwicklung abzuscheiden, verbürgt allein einen methodischen Fortschritt, wobei der Zukunft überlassen bleibt, tiefer in die Geheimnisse der Schöpfung einzudringen, ohne die Thatsachen durch blosse Vorstellungen ersetzen zu wollen.

Die räumliche Vergleichung der Vegetation führt zur Unterscheidung von kleineren Abschnitten und von grösseren Gebieten, von denen es sich leicht nachweisen lässt, dass ihre Absonderung von Einflüssen abhängig ist, welche den Kräften jeder einzelnen Pflanze, sich immer weiter über den Erdboden auszubreiten, beschränkend gegenüberstehen. Von den topographischen Gliederungen der Landschaft, den Formationen der Vegetation, ausgehend, die vorzugsweise auf der Beschaffenheit des Bodens und der Vertheilung des darin enthaltenen Wassers beruhen, erheben wir uns, indem wir den Blick über weitere Räume ausdehnen, zu der Vorstellung von natürlichen Floren, in deren Bereich die Pflanzenformen und ihre Anordnung einen gewissen Grad von Gleichartigkeit erkennen lassen. Allein so sehr bei ihrer Unterscheidung die klimatischen Bedingungen in den Vordergrund treten, denen jede in einem solchen Vegetationsgebiete einheimische Pflanze auf das Genaueste entsprechen muss,

so ist man doch nicht im Stande, eine Eintheilung der Erde hierauf allein zu begründen, schon deshalb nicht, weil bald in derselben Landschaft nach dem Relief des Bodens die Gegensätze wechselnd sich berühren, bald die Uebergänge auch in den Tiefebenen oft erst allmählig eintreten. So geht, um ein Beispiel des letzteren Verhältnisses anzuführen, das Seeklima Europa's nach und nach im Inneren des Kontinents verloren, und damit ändern sich auch einzelne Bestandtheile der Vegetation, aber nicht der Charakter der ganzen Flora. Dann aber wiederholen sich auch ähnliche Klimate in weit entlegenen Gegenden beider Hemisphären, sowie auf den durch die grossen Meere geschiedenen Kontinenten der heissen und der südlichen gemässigten Zone, ohne doch gleiche Gewächse erzeugt zu haben. Nur da ist eine klimatische Begrenzung der natürlichen Floren möglich, wo, wie an den äussersten Waldlinien des nördlichen und südlichen Russlands, die Physiognomie der Landschaft sich plötzlich ändert, wenn zugleich ein Grenzwert in der Vertheilung der Wärme oder in der Periodicität der atmosphärischen Niederschläge überschritten wird.

Wären alle Pflanzen gleich wanderungsfähig und in ihrer Ausbreitung unbeschränkt geblieben, so würden die kräftigsten Organisationen alle übrigen verdrängt und den ganzen der Vegetation dargebotenen Raum auf der Oberfläche des Planeten eingenommen haben. Das oberste Gesetz, welches der dauernden Absonderung von natürlichen Floren zu Grunde liegt, muss man daher in den Schranken erblicken, welche ihre Vermischung gehemmt oder ganz verhindert haben. Dass sie neben einander bestehen, beweist schon, dass sie von bestimmten, schöpferischen Orten ausgingen, welche ihre Vegetationscentren ¹⁾ genannt werden, deren Anzahl unbestimmt und von der Menge der einheimischen Arten abhängig ist. Wäre die Entstehung der einzelnen Pflanzen nur von den Bedingungen abhängig gewesen, die gegenwärtig ihre räumliche Anordnung beeinflussen, so müssten wir in entfernten Ländern oft dieselben Organisationen wiederfinden. Es würden nicht Einwanderungen unter unsern Augen stattfinden können, wenn die Erde überall erzeugt hätte, was sie in den einzelnen Klimaten zu erhalten fähig ist. Nur an bestimmten Orten hat sie die ersten Keime ausgestreut, aber diese Orte waren unzählig und ohne Symmetrie angeordnet, wie die Sterne des Firmaments, und jeder

hatte die Fähigkeit, eine bestimmte organische Gestaltung hervorzubringen. Jede natürliche Flora ist eine besondere Schöpfung, aus dem Austausch zwischen ihren Vegetationscentren zu einem Gesamtbilde von Landschaften erwachsen und selbständig für sich bestehend. Ihre Grenzen liegen da, wo das Klima der Mehrzahl der einheimischen Pflanzen eine Schranke setzt, oder wo ein weites Meer oder andere mechanische Hindernisse ihrer Ausbreitung entgegenreten. Die natürlichen Floren sind um so schärfer bestimmt, je weniger eine Vermischung ihrer Erzeugnisse durch Wanderungen möglich war.

Im Raume verhalten sich die Floren zu einander gerade so, wie die Schöpfungen der Vorwelt der Zeit nach auf einander gefolgt sind. Was diese in der Unermesslichkeit der Perioden und durch die unvollständige Erhaltung der Ueberreste unserer Einsicht in ihre Entstehungsweise verhüllt, das müsste man erwarten, durch die Geographie der Organisationen in den Grenzgebieten der Floren aufgedeckt zu sehen. Allein diese lehren uns nichts weiter, als dass mit dem Wechsel der Lebensbedingungen klimatische Varietäten entstehen, die man oft für besondere Arten gehalten hat. In ihnen ist der Darwinismus thatsächlich erwiesen, aber auch nur in ihrem Bereich findet diese Lehre eine empirische Begründung. Uebergänge zwischen weiter aus einander liegenden Formen finden sich nicht. Wo Gattungen oder Familien durch Mittelstufen verbunden sind, stehen dieselben in keiner Beziehung zu räumlichen Verhältnissen. Die Thatsache, dass auch da, wo ein klimatischer Wechsel allmählig eintritt, Organisationen von bestimmtem Gepräge plötzlich aufhören oder höchstens in einer klimatischen Varietät erlöschen, und dass sie dann unvermittelt anderen Formen Raum geben, gerade wie es auch in den Grenzgebieten der geognostischen Formationen bei den Organismen der Vorwelt der Fall ist, bietet einen gewichtigen Einwurf gegen die Ansicht, dass die Entstehung der Arten auf dem Wege der langsamen Umbildung oder Variation erfolgt sei. Nichtsdestoweniger ist ein genetischer Zusammenhang auch in einer lückenhaften Reihe von Bildungen möglich, ja wahrscheinlich, aber derselbe liegt jenseits der Grenzen unserer bisherigen Erfahrung. Den vegetabilischen Organismus kann man in manchem Betracht eine chemische Maschine nennen. Die Arten stehen einander in ähnlicher

Weise gegenüber, wie die Verbindungen der Grundstoffe: allmälige Uebergänge finden wir bei den Legirungen der Metalle wieder, aber in den meisten Fällen sind die Körper, die nach der Art und Anordnung ihrer Bestandtheile sich unterscheiden, in ihren Eigenschaften scharf gesondert und gehen doch leicht aus einander hervor, je nach den Umständen, unter denen sie sich begegnen. Die Zahl möglicher Formen ist auch hier unendlich viel grösser, als die Natur sie wirklich hervorgebracht hat. Einige Sätze aus einer früheren Schrift²⁾ glaube ich hier wiederholen zu dürfen. »Die Arten einer Gattung verhalten sich, wie die Muster eines Geräths, von denen man nur diejenigen anfertigt, die einem besonderen Zweck oder Geschmack dienen können, nicht aber jede beliebige Gestalt, die weniger gut zu gebrauchen wäre. Die geologische Reihe der Pflanzenschöpfungen hat sich aus weniger zahlreichen und unbestimmteren Typen zu der Mannigfaltigkeit des heutigen Systems erst in den letzten Perioden gegliedert. Bestand hierbei wirklich ein genetischer Zusammenhang zwischen den früheren und späteren Schöpfungen, so hatte die Natur ganz andere Kräfte zur Verfügung, wie diejenigen sind, welche stetige Reihen von Variationen erzeugen.« Jede Entwicklungsgeschichte eines Organismus vom Ei bis zu seiner Vollendung lehrt, wie weit diese bildenden Naturkräfte reichen. »Den Variationen wirkt immer eine ausgleichende Kraft in der Zeugung entgegen, welche die Art auf ihren ursprünglichen Typus zurückzuführen strebt. Dagegen zeigen uns Erscheinungen, wie die Metamorphose der Insekten oder kryptogamischer Pflanzen, der Generationswechsel anderer Organismen, dass, wie der Schmetterlingsflügel, die Axe des Farns an Larven und Vorgebilden räthselhaft auswachsen, so überhaupt aus einer Gestalt unvermittelt eine andere sehr verschiedenartige hervorgehen kann: Die Kräfte der organischen Natur, durch veränderten Plan der Entwicklung den Zwecken des Lebens zu dienen; sind nicht nach unserer beschränkten Kenntniss der Thatsachen zu bemessen: die Wege, die wir nicht kennen, können nicht wunderbarer sein, als was unter unseren Augen vorgeht.«

Die wirksamste der Schranken, durch welche die Vermischung der natürlichen Floren mehr oder weniger vollständig gehindert wird, ist das Meer, welches durch seine Strömungen sie verbindet, durch seine Ausdehnung sie trennt.³⁾ Je mehr der Küstenabstand sich

erweitert, desto strenger gesondert bleibt die Vegetation der Länder, welche von den Wellen desselben Meeres bespült werden. Gleich diesen scheidet auch die grosse Wüste die Flora des tropischen Afrikas von den Küstenlandschaften des Mittelmeers. oder der für die natürlichen Wanderungen unüberschreitbare Wald des aequatorialen Amerikas die Grasebenen Venezuelas und Brasiliens. In den meisten Fällen aber ist es der Wechsel des Klimas, wodurch sich die natürlichen Floren in ihrer abgesonderten Stellung auf der Erde erhalten. Werden die klimatischen Bedingungen, die auf das Pflanzenleben von Einfluss sind, noch dadurch zu schrofferen Gegensätzen gesteigert, dass, wie die Anden Südamerikas und der Himalaja in Asien, sich mächtige Gebirgsketten an ihren Grenzen erhoben haben, so wird der Austausch der Vegetation durch diese Verbindung von mechanischen und physiologischen Einwirkungen um so vollständiger gehemmt bleiben.

Bei der Vergleichung der Floren unter einander, sowie in der Anordnung der Erzeugnisse desselben Gebiets, begegnen wir zwei Thatsachen, deren allgemeine Bedeutung von Wallace, wie ich glaube, zuerst erkannt worden ist¹: wir bemerken theils eine räumliche, theils eine klimatische Analogie in dem Bau der Formen. Dass man überhaupt von einem gemeinsamen systematischen Charakter einer natürlichen Flora reden kann, beruht darauf, dass die Verwandtschaft oder Aehnlichkeit der Arten einer Gattung, der Gattungen einer Familie um so grösser wird, je näher geographisch die Vegetationscentren gelegen sind, wo sie entstanden, und von denen sie durch ihre Wanderungen sich nicht weit entfernen konnten. Dieser Einfluss der Lage, der in abgeschlossenen Gebieten, wie in Australien oder im Kaplande, am entschiedensten ausgeprägt ist, muss von den physischen Bedingungen der Vegetation wohl unterschieden werden, die bei nahe verwandten Arten höchst ungleich sein können. Grössere klimatische Unterschiede kann es nicht geben, als diejenigen, die durch die senkrechte Abnahme der Temperatur im Gebirge bewirkt werden, und die in der Vegetation ihren Ausdruck finden, wenn man ihre Bestandtheile von den unteren Thalstufen bis zur Schneelinie vergleicht. Dennoch stehen die Erzeugnisse der höchsten Regionen nicht selten in der nächsten systematischen Beziehung zu denen der warmen Tiefebenen, aus welchen das Gebirge

sich erhebt. Die Astragalen, die in einer fast unerschöpflichen Artenzahl die Steppen des Orients bewohnen, werden auf den Gipfeln des Taurus, wie in den warmen Gestadelandschaften Kleinasiens zwar durch besondere Arten vertreten, aber dieselben sind so nahe unter einander verwandt, dass selbst einzelne Gruppen dieser Gattung, wie die Traganthsträucher, unter so verschiedenen klimatischen Einflüssen wiederkehren. Sie haben in dem einen Falle, den grössten Theil des Jahrs im Schnee vergraben, kaum Zeit, bei geringer Wärme ihre Blüthen zu entfalten und ihre Früchte zu reifen, in dem andern ertragen sie die Hitze eines regenlosen Sommers und vollenden ihre Entwicklungsperiode, vom Winterregen benetzt, in den Frühlingsmonaten. Wenn auch auf den Alpen die Physiognomie der Natur in der Nähe der Schneegrenze das Klima und die Vegetation der Polarzone in vielfachen Beziehungen vergegenwärtigt, so erwecken doch gerade die eigenthümlichsten, die endemischen Gewächse häufig die Vorstellung, als wären sie aus den Thälern emporgestiegen und hätten, um sich den neuen Lebensbedingungen anzuschmiegen, ihre Organisation nur so weit umgeändert, als es zu ihrem Fortbestehen erforderlich war. Sie verhalten sich ähnlich, wie die klimatischen Varietäten, nur dass sie von den Arten, die man als ihren Stamm betrachten möchte, um ebenso viel weiter abstehen, als der Gegensatz des Klimas grösser ist. Aber wie man sie durch die Kultur nicht künstlich zu erzeugen vermag⁵⁾, so fehlen auch hier die Uebergänge, die man in den stufenweise aufsteigenden Bergregionen erwarten sollte; plötzlich erscheinen die alpinen Arten und die der Ebene verschwinden an bestimmten Höhengrenzen.

Der Ursprung solcher räumlichen Analogieen unter ungleichen physischen Bedingungen erscheint daher den gegenwärtig wirksamen Kräften der Natur entzogen und verbirgt sich in jener geologischen Vorzeit, als das Gebirge aus seiner ebenen Grundfläche gehoben wurde. Hier findet der Darwinismus eine Stütze, wenn man sich vorstellt, dass im Verlauf unzähliger Generationen der umbildenden Thätigkeit der Organismen gelungen sei, was sie in einer kürzeren Zeit nur zur Erzeugung von Varietäten zu leisten vermag. Allein strenger aufgefasst, sprechen solche Erscheinungen nur für einen genetischen Zusammenhang der verwandten Arten, ohne einen Aufschluss darüber zu geben, auf welche Weise die Umbildung erfolgt

sei, und ob die Variation, welche nur Formen von bestimmter Empfänglichkeit fortbestehen lässt, das ausreichende Mittel dazu geboten habe. Dies ist vielmehr wegen des Mangels an Uebergängen in der Organisation, die sich, da der Wechsel des Klimas in senkrechter Richtung allmählig eintritt, hätten erhalten können, keineswegs wahrscheinlich, und eben darin besteht die Methode des Systematikers, Varietäten und Arten zu unterscheiden, dass er bei jenen solche Mittelformen nachweisen kann, bei diesen nicht. Aus den räumlichen Analogieen ergibt sich nur eine Abhängigkeit der Vegetationscentren von ihrer geographischen Lage und die Fähigkeit der organisirenden Kraft, ihre Erzeugnisse in jeder Lage den physischen Lebensbedingungen anzupassen, ohne dass wir wissen, wie sie dabei verfuhr, indem der Beobachtung nur das Ergebniss, nicht aber der Entwicklungsgang dargeboten ist.

Gewöhnlich ist die räumliche Analogie im Bau der Formen auch zugleich eine klimatische, weil auf demselben Niveau das Klima benachbarter Orte wenig geändert zu sein pflegt. Aber es besteht auch eine klimatische Analogie ohne räumliche Beziehungen, wenn verwandte Arten derselben Gattungen oder Gattungen derselben Familie in den entferntesten Gegenden der Erde auftreten, die durch ein übereinstimmendes oder ähnliches Klima verbunden sind, wie die beiden Zonen hoher Breitgrade oder die Tropen der alten und neuen Welt. Diesem Verhältniss entsprechen die Organisationen, die man als vikariirende Formen bezeichnet hat. Bekannte Beispiele auch aus den gemässigten Zonen sind die Buchen Japans und an der Magellanstrasse, die beiden Platanen des Orients und Nordamerikas, die Eriken des Kaplandes und des westlichen Europas. Eine solche, von der geographischen Lage unabhängige Wiederholung ähnlicher Bildungen stimmt zu der Vorstellung, dass der Bau einer Pflanze nur das Ergebniss der physischen Bedingungen sei, unter denen sie entstanden ist, aber die Einseitigkeit dieser Ansicht wird eben durch die bloss räumlichen Analogieen im Gegensatz zu den klimatischen erwiesen. Auch ist nicht wohl einzusehen, wie der Darwinismus diese beiden entgegengesetzten Thatsachen unter einen gemeinsamen Gesichtspunkt stellen könnte, die nur dadurch verknüpft sind, dass in jedem Falle die Organisation dem Klima angemessen sich gestaltet. Die Entstehungsweise der vikariirenden Formen ist in ein ebenso

tiefes Dunkel gehüllt, wie die Erscheinung der bloss räumlichen Analogieen, selbst ein genetischer Zusammenhang der verwandten Arten ist hier um so unwahrscheinlicher, je weiter ihre Bildungsstätten von einander entfernt liegen, und je schwieriger daher auch in der Vorzeit die Wanderung ihrer Keime sein musste. Gerade in diesem Falle haben die Anhänger der Evolutionshypothesen nicht immer glücklich die Neigung vermieden, der Phantasie einen weiten Spielraum einzuräumen und durch die Annahme verschwundener Kontinente und Landverbindungen die Geschichte der Organismen mit trügerischen Bildern auszuschmücken. Besonnene Naturforscher müssen Bedenken tragen, solchen Vorstellungen zu folgen, sie werden an diesen verschlossenen Pforten lieber innehalten und bekennen, dass noch keine Bahn zum Verständniss der Erscheinungen geöffnet sei.

In beiden Klassen von Verwandtschaften, den räumlichen und den klimatischen, ist aber thatsächlich dieses enthalten, dass die Natur nur das Angemessene und dasselbe nur an den Orten erzeugt hat, wo das Fortbestehen ihrer Schöpfungen so lange gesichert war, bis etwa eine Wandelung in den physischen Lebensbedingungen selbst eintreten mochte. In dieser Auffassung fortschreitend, verweilt die Forschung bei den Kräften, die nicht bloss in der Vorzeit Geltung hatten, sondern die fortdauernd wirksam eben dadurch der Untersuchung aufgeschlossen und zugänglich sind, sie sucht nachzuweisen, in wie fern die Vegetation nach klimatischen Einflüssen angeordnet sei. Von diesem Gesichtspunkte ging schon Humboldt⁶⁾ aus, als er in der Geographie der Pflanzen die Vegetationsorgane, die zur Erhaltung des Individuums dienen, voranstellte und sie von denen unterschied, welche, zur Fortpflanzung mitwirkend, die Fortdauer oder etwaige Umbildung der Arten bedingen, und von deren Bau der Begriff ihrer systematischen Verwandtschaft ausgeht. So entwarf er seine Physiognomik der Pflanzen, eine Darstellung der Vegetationsformen, die nicht bloss durch ihre Gestaltung und ihre Anordnung den Charakter einer Landschaft bestimmen, sondern deren Bedeutung auch darin besteht, dass der Zusammenhang zwischen ihrer Bildungsweise und den klimatischen Bedingungen, denen sie in ihrer geographischen Verbreitung entsprechen, sich weit bestimmter erkennen lässt, als in der Organisation der Blüten und Früchte.

Die ältesten Versuche, das Pflanzenreich einzutheilen, welche der Systematik Tournefort's und Linné's vorausgingen, kommen hier wieder zur Geltung, indem auf die Vergleichung der Stämme, der Zweige und Blätter die physiognomische Klassifikation Humboldt's begründet wird. Die systematische Botanik musste diesen Weg verlassen, als die Veränderlichkeit der Organe erkannt wurde, von denen die Ernährung des Individuums abhängt. Dieser Einwurf ist ohne Bedeutung für die physiologische Aufgabe, zu untersuchen, durch welche Mittel das Leben gesichert, durch welche Kräfte der unorganischen Natur es beständig zugleich angeregt und bedroht werde. Hierbei ist die besondere Form der Vegetationsorgane von entscheidender Bedeutung. Dass eine hiervon ausgehende Aufzählung der Vegetationsformen, wie Humboldt bemerkt, keiner strengen Klassifikation fähig sei, vermindert ihre Wichtigkeit auch für die vergleichende Geographie der Pflanzen nicht. Ein System von organischen Naturkörpern ist überhaupt nicht nach logischem Massstabe allein zu beurtheilen, es soll höheren Zwecken dienen, als zur Unterscheidung des Einzelnen anzuleiten. Das physiognomische System der Gewächse zeigt, wie die Organisation nach Massgabe ihrer physischen Hilfsquellen sich ändert, das natürliche oder morphologische beleuchtet durch die Einsicht in die Verwandtschaft der Formen das Dunkel ihrer Abstammung: auf das erstere beziehen sich die klimatologischen, auf das letztere die geologischen Forschungen, beide angewendet auf die geographische Anordnung der Pflanzen. Zuweilen fallen die Vegetationsformen mit den Gruppen des natürlichen Systems zusammen, in den meisten Fällen kommt dieselbe Bildungsweise der Ernährungsorgane bei dem verschiedenartigsten Bau der Blüten und Früchte vor. So entspricht der saftreiche Stamm der amerikanischen Cacteen dem der fleischigen Euphorbien Afrikas und anderen succulenten Vegetationsformen, ist aber in jedem Falle ein Ausdruck trockener Klimate.

Jede natürliche Flora ist so darzustellen⁷⁾, dass zuerst die Vegetationsformen und ihre Anordnung zu Formationen als vom Klima abhängig nachgewiesen und sodann ihre Vegetationscentren berücksichtigt werden, die auf ihren geologischen Ursprung zurückweisen und nach den Normen des natürlichen Pflanzensystems von einander abweichen. Zum Schluss dieser einleitenden Bemerkungen,

welche bestimmt sind, die bei der Darstellung der einzelnen Floren gewählte Form der Behandlung zu begründen, stelle ich eine Uebersicht der von mir unterschiedenen Vegetationsformen zusammen, welche sowohl durch ihre Masse und Anordnung den Charakter der Landschaften bestimmen, als sie auch an besondere klimatische Bedingungen geknüpft sind. Diese Eintheilung entspricht dem physiognomischen Pflanzensystem Humboldt's, seine Bezeichnungsweise der Formen, die von bekannten Gewächsen oder Bildungsweisen der Vegetationsorgane abgeleitet war, habe ich beibehalten, aber ihre Anzahl ist, da seine Unterscheidungen einer weiteren Ausführung fähig und bedürftig schienen, beinahe auf das Dreifache erhöht worden.

I. Holzgewächse.

A. Einfacher Stamm ohne verzweigte Krone, auf dem Gipfel eine Laubrosette.

1. Palmen. Bäume mit einmal getheilten Blättern.
2. Farnbäume. - - mehrfach getheilten Blättern.
3. Pisangform. - - ungetheilten, breiten Blättern: Adern parallel.
4. Clavijaform. - - - - - : Adern netzförmig verbunden.
5. Pandanusform. Bäume mit ungetheilten, schmalen Schilfblättern. (Liliaceenbäume).
6. Xanthorrhoeenform. Bäume mit ungetheilten, schmalen, saftarmen Grasblättern.

B. Einfacher Stamm ohne abgesetzte Krone, mit seitlichen Blattbüscheln.

7. Bambusenform. Bäume mit Grasblättern auf kurzen Zweigen an den Knoten des Stammes.

C. Belaubte Krone verzweigt.

8. Nadelhölzer. Bäume mit starrem, immergrünem, ungetheiltem Laub: Blatt nadelförmig.
9. Lorbeerform. Bäume mit starrem, immergrünem, ungetheiltem Laub: Blatt breit, glänzend grün.
10. Olivenform. Bäume mit starrem, immergrünem, ungetheiltem Laub: Blatt schmal.

11. Eukalyptusform. Bäume mit starrem, immergrünem, ungetheiltem Laub: Blatt breit, glanzlos blaugrün.
12. Sykomorenform. Bäume mit starrem, periodischem, ungetheiltem Laub.
13. Buchenform. Blätter mit biegsamem, periodischem, ungetheiltem Laub: Blatt breit.
14. Weidenform. Bäume und Sträucher mit biegsamem, periodischem, ungetheiltem Laub: Blatt schmal.
15. Linden- und Bombaceenform. Bäume mit gerundeten oder handförmig geaderten Blättern.
16. Eschen- und Tamarindenform. Bäume mit einmal gefiederten Blättern.
17. Mimosenform. Bäume und Sträucher mit doppelt gefiederten Blättern: Blattflächen klein.

D. Stämme mit gegenseitig verbundenen Kronen.

18. Banyanenform. Bäume, die durch Luftwurzeln aus den Kronen gestützt sind.
19. Mangroveform. Bäume, die durch neue, aus der Krone keimende Individuen gestützt sind.

E. Sträucher (vom Boden aus verzweigte Holzgewächse).

20. Erikenform. Laub starr, immergrün: Blatt nadelförmig (Krummholzform).
21. Myrtenform. - - - : Blatt unter Zollgrösse, glänzend grün.
22. Oleanderform. - - - : Blatt über Zollgrösse, glänzend grün.
23. Proteaceenform. - - - : Blatt glanzlos blaugrün (Oscurform).
24. Sodadaform. - - , periodisch.
25. Rhamnusform. Laub biegsam, periodisch.
26. Dornsträucher. Laub durch Bildung von Dornen in der Entwicklung gehemmt.

F. Belaubung unterdrückt oder fehlend.

27. Casuarinenform. Bäume ohne Laub: Krone aus nackten Zweigen.
28. Cypressen- und Tamariskenform. Sträucher (und Bäume): Zweige mit anliegenden Blättern von sehr geringer Grösse bedeckt.

29. **Spartiumform.** Sträucher ohne Laub (oder Blattbildung unterdrückt).

G. Stammlose Holzgewächse ohne Verzweigung.

30. **Zwergpalmenform.** Laubrosette von getheilten Blättern auf verkürztem oder unterdrücktem Stamm (Cycadeenform).

II. Succulente Gewächse.

31. **Chenopodeenform.** Sträucher und Kräuter mit succulenten Blättern.
 32. **Agavenform.** Succulente Laubrosette ohne Stamm.
 33. **Cactusform.** Blattlose Succulenten.

III. Schlinggewächse.

34. **Lianenform.** Holzige Schlinggewächse mit netzadrigen Blättern.
 35. **Rotangform oder Palmlianen.** Holzige Schlinggewächse mit Palmenblättern.
 36. **Convolvulus- und Cucurbitaceenform.** Schlinggewächse ohne Holzstamm.

IV. Epiphyten.

37. **Loranthusform.** Parasitische Sträucher.
 38. **Atmosphärische Orchideen.** Kein Organ in den Boden oder in eine Mutterpflanze eingesenkt.

V. Kräuter.

A. Stengel belaubt.

39. **Stauden und Halbsträucher.** Kräuter, die durch einen Wurzelstock perenniren, oder deren Stengel zugleich am Grunde verholzt.
 40. **Gnaphaliumform.** Kräuter mit Wollbekleidung.
 41. **Immortellenform.** Kräuter mit allmählig austrocknenden Blumen.

B. Stengel nackt (oder zweizeilig belaubt) : Laubrosette
am Boden.

- 42. Zwiebelgewächse. Perennirend durch unterirdische Zwiebeln oder Knollen.
- 43. Scitamineenform. Laub in einer Rosette oder zweizeilig: Blatt ungetheilt, breit mit parallelen Adern.
- 44. Aroideenform. Laubrosette aus pfeil- oder herzförmigen, oder getheilten, gestielten Blättern.
- 45. Bromelienform. Laubrosette aus Schilfblättern.

C. Laubrosette ohne Stengel.

- 46. Farnkräuter. Blätter mit frei im Gewebe endenden Adern.

VI. Gräser.

- 47. Wiesengräser. Rasen aus biegsamen Blättern.
- 48. Steppengräser. Rasen aus starren Blättern.
- 49. Savanengräser. Rasen von hohem Wuchs.
- 50. Annuelle Gräser. Gräser ohne rasenbildende Verzweigung.
- 51. Cyperaceenform. Halm ohne Knoten.
- 52. Rohrgräser. Halm hochwüchsig, mit entfernt stehenden Blättern

VII. Zellenpflanzen.

- 53. Laubmoosform. Grüne Blätter.
- 54. Erdlichenenform. Nicht grüne Zellenpflanzen, ohne Belaubung.

I.

Arktische Flora.

Klima. Die arktische Flora begreift im hohen Norden alle Landschaften, welche jenseits der Polargrenze der Wälder liegen. So einförmig und dürftig in seinen Erzeugnissen dieses Gebiet fast unbewohnter Einöden auch erscheinen mag, so bietet es doch dadurch ein hohes Interesse dar, dass es zeigt, was die Natur unter den ungünstigsten äusseren Bedingungen zu leisten vermag, um das organische Leben zu stützen und zu erhalten, und wie sie bestrebt ist, überall ihre Keime auszustreuen, über der starren Erdrinde Thätigkeit, Bewegung und bildende Kraft zu verbreiten. Man ist gewohnt, die arktische Vegetation mit der des Hochgebirgs zusammenzustellen, wo in alpiner Höhe der Baumwuchs ebenfalls aufhört, und beide Schauplätze des Pflanzenlebens wie auf einer Einheit physischer Einflüsse beruhend aufzufassen. Allein schon Ramond, der Nachfolger Saussure's und der Vorgänger Humboldt's, machte, als er die Pyrenäen zuerst den Naturforschern eröffnete, darauf aufmerksam ¹⁾, dass, da die Wärme in dem einen Falle durch die schräge Richtung der Sonnenstrahlen, in dem andern durch die verdünnte Luft gemindert sei, auch die Wirkungen wenigstens in Bezug auf die Organismen nicht durchaus dieselben sein möchten. Er meinte, dass die Uebereinstimmung im Charakter der Pflanzen nur in einer gewissen Aehnlichkeit bestehe, nicht aber auf einer Gleichheit der Lebensbedingungen beruhe. Ohne dass durch diese Bemerkung das Verhältniss der arktischen Flora zu den alpinen Regionen der Gebirge erschöpft wäre, kann sie uns doch dazu dienen, den ersten Schritt zum Verständniss der den hohen Norden beherrschenden Gesetze zu erleichtern. Die alpine Flora ist zwischen der Baumgrenze und der Schnee-

linie eingeschlossen, und da die Kuppe des ewigen Schnees auf den Gebirgen von der tropischen bis zur arktischen Zone allmählig in ein tieferes Niveau herabsinkt, so war die Meinung allgemein verbreitet, dass in einem gewissen Abstände vom Pol dieselbe den Spiegel des Meeres selbst erreiche, und dass von diesem Punkte aus alles organische Leben aufhöre. So weit man aber in der Folge zu den höchsten Breiten, über den 80. Grad hinaus, vorgedrungen ist, nirgends hat man den Sommer überdauernde Schneemassen, bis zur Küste herabreichend angetroffen, sondern das Tiefland ist überall den Keimen der Vegetation während einer gewissen Zeit frei gegeben. In Spitzbergen berühren nur die Gletscher die Meeresfläche, die Linie des ewigen Schnees fanden die schwedischen Naturforscher ¹⁾ erst in einer Höhe von wenigstens 1000 Fuss, es bleibt also daselbst noch Raum genug übrig, dem weidenden Rennthier ²⁾ seine vegetabilische Nahrung zu erzeugen. Auch in dem noch viel kälteren Klima der Parry-Inseln, nach dem Durchschnittsmass der Temperatur (— 13°, 7 R.) einem der kältesten ³⁾ der bekannten Erde, finden im Sommer grosse Säugethiere ²⁾; der Bisamstier neben den Rennthierheerden, hinlänglichen Pflanzenwuchs, um diese unbewohnten Weidegründe aufzusuchen. Ueber der Schneegrenze der Alpen hingegen, in Höhen, wo die mittlere Wärme des Jahrs nicht entfernt so niedrig sein kann, ist der Gemse kaum die spärlichste Nahrung und nur da geboten, wo an steilen Felsen der Firn nicht haften kann.

Eine Frage von höchster Bedeutung ist es daher, weshalb das arktische Flachland vom Schnee, der in den Gebirgen dem organischen Leben eine Schranke setzt, im Sommer sich befreit und dadurch der Vegetation einen unbegrenzten Schauplatz eröffnet. Diese Frage ist nicht einfach zu beantworten, es wirkt eine Reihe physischer Bedingungen zusammen, um der arktischen Flora diesen Vorzug vor der des Gebirgs zu verschaffen. Da die Ansammlung dauernden Schnees nicht von der Mittelwärme, sondern davon abhängig ist, wie viel der Sommer aufzuthauen vermag, so scheint die Masse desselben zuerst in Betracht zu kommen, insofern bei gleicher Temperatur innerhalb einer gegebenen Zeit nur eine bestimmte Menge sich in abfließendes Wasser verwandeln kann. Nun werden die Gebirge, die als kältere Körper den Wasserdampf verdichten, durchschnittlich stärker von Niederschlägen befeuchtet, als die

Ebenen, und die grössere Menge des gefallenen Schnees muss daher das Aufthauen desselben im Sommer erschweren. Wäre aber die geringere Feuchtigkeit allein die Ursache, dass der arktische Sommer eine vollständige Beseitigung des in den übrigen Jahreszeiten angesammelten Schnees herbeiführt, so würde doch zuletzt ein Grenzwertb erreicht werden, wo auch bei geringerer Feuchtigkeit die verminderte Wärme nicht mehr genügt, denselben zu schmelzen, und wo daher die Schneelinie bis zum Meere herabsänke. Es muss daher ein Unterschied in der Erwärmung des Bodens liegen, der diese Wirkungen auch in den kältesten Klimaten der Erde verhindert. Die Wärme nun, welche der Erdboden von der Sonne empfängt, hängt theils von der Richtung ihrer Strahlen, theils aber auch davon ab, in welchem Verhältniss sich dieselben über eine gegebene Grundfläche vertheilen. Je ebener die Oberfläche sich gestaltet, desto mehr Wärme wird jedem einzelnen Punkte zu Theil, je mehr sie gewölbt oder unregelmässig zu schiefen Ebenen zerrissen ist, desto mehr vertheilt sich dasselbe Mass von Sonnenstrahlen über einen grösseren Raum, und desto geringer wird also die Gesamtwirkung. Dies ist das Verhältniss der Gebirgsketten zu den Ebenen. Was die der Sonne zugewendeten Abhänge gewinnen, verlieren die beschatteten, und im Ganzen ist auf einer gegebenen Grundfläche die Erwärmung des Schnees im Gebirge geringer, als in einer Ebene. Dieselbe Sommerwärme kann nicht dieselbe Menge in Wasser verwandeln. Dazu kommen die langen Tage der arktischen Zone, die den Nachtheil aufwiegen, der aus der schiefen Richtung der Sonnenstrahlen entspringt. Da die Tageslänge im Sommer mit wachsender Breite um so grösser wird, bis am Pole selbst zuletzt die Nächte ein halbes Jahr hindurch ganz verschwinden, so werden auch hiedurch die Unterschiede der geographischen Lage in der arktischen Zone vermindert. Und da die Abplattung der Erde bewirkt, dass in den hohen Breiten jenseits des Polarkreises die schiefe Richtung der Sonnenstrahlen sich wenig mehr ändert, so treffen alle diese Momente in demselben Ziele zusammen, ein so gleichartiges Klima zu schaffen, wie es in der Schneelosigkeit des Erdbodens während des Sommers und in der übereinstimmenden Vegetation des Tieflandes uns entgegentritt.

Indessen sind die Unterschiede der Sommerwärme in verschie-

denen Gegenden des arktischen Gebiets so bedeutend, dass Zweifel entstehen möchten, ob nicht jenseits der erforschten Polarländer der Schnee doch endlich auch am Ufer des Meers sich erhalten müsste. Auf der Melville-Insel (75° N. B. hielt sich das Thermometer während Parry's Reise vom Juni bis zum August³ über dem Gefrierpunkte, ebenso wie es in Spitzbergen der Fall ist, aber im Nordwesten Grönlands, an der Küste von Smith's Sund 75¹/₂° N. B.) erlebte es Kane, dass nur der einzige Monat Juli zu einer Mittelwärme über 0° sich hob und also allein das Schmelzen des Schnees befördern konnte. Es ist jedoch noch ein anderes Verhältniss in Betracht zu ziehen, welches auch unter so nachtheiligen Bedingungen die Ebenen vor dem Gebirge bevorzugt und dazu beiträgt, die Wirkungen des Schmelzungsprocesses zu Gunsten des an die Oberfläche des Erdbodens gebundenen organischen Lebens zu erhöhen. Das durch die Sommerwärme erzeugte Wasser fliesst auf der geneigten Fläche der Gebirge nach abwärts und ertheilt bald wieder erstarrend den Schneekristallen das körnige Gefüge des Firns, bis sich dieser, in die Thäler hinabgesenkt, zu der Bildung der Gletscher verdichtet. Ein grosser Theil des gebildeten Schneewassers bleibt somit an der Oberfläche und verwandelt sich durch die unaufhörliche Berührung mit demjenigen Schnee, der noch nicht geschmolzen, in Eis, welches ebenfalls dem Pflanzenleben keinen Raum lässt. In der Ebene hingegen kann das Wasser durch die Schwerkraft nur in senkrechter Richtung in die Tiefe gelangen, es durchdringt rasch die tieferen Schneelagen und verschwindet im Untergrunde, wo es der Mittelwärme des Klimas entsprechend zwar ebenfalls zu Eis wieder erstarren kann, aber in Eis, welches, mit den unterirdischen Gesteinen und Erdkrumen gemischt, auf die von der Sonne bestrahlte Oberfläche keinen erkältenden Einfluss übt, wie der Firn und das Gletschereis. Hier wird also das Wasser, welches die Temperatur des Gefrierpunktes besitzt, denjenigen Räumen, die unter dem erwärmenden Einflusse der Sonne stehen, auf dem kürzesten Wege und vollständig entzogen, und da diese Vorgänge unaufhörlich fortschreiten, so lange das Schmelzen des Schnees anhält, so wird die Zeit gewonnen, welche zur Entblössung der Oberfläche erforderlich ist. In dem einen Falle theilt sich die Kraft der Sonne, ausser dem Schnee auch den Firn und den Gletscher zu schmelzen, in dem

anderen bildet sie Wasser, das wieder verschwindet, und das, wenn es auf's Neue gefriert, ihren Strahlen entzogen ist, die in die Tiefe des Erdbodens nicht eindringen. Der Zeitraum, bis der gefallene Schnee vollständig entfernt ist, verkürzt sich hinlänglich, um den Organen der Vegetation, die der Befreiung harren, wenigstens noch einige Wochen zu ihrer Entwicklung übrig zu lassen. Bei gleich niedrigen Sommertemperaturen wird demnach der ewige Schnee der Gebirge in den arktischen Ebenen durch unterirdisches Eis ersetzt, und es wird eine oberflächliche Bodenschicht frei gegeben, deren Temperatur den Ansprüchen des vegetativen Lebens genügen kann.

Unter allen Breiten ist es nur der geneigte Boden, der Schnee und Eis an der Oberfläche dauernd anhäuft, aber in den arktischen Gegenden ist die Lage der Schneelinie grösseren Schwankungen unterworfen, weil ihre Bedingungen so verwickelter Natur sind. Zu den Einflüssen der Feuchtigkeit der Atmosphäre, der Gestaltung des Gebirgs, der Lage des unterirdischen Eises, die sämmtlich auf die Zeit einwirken, innerhalb deren die Sommerwärme zur Beseitigung des Schnees hinreichen kann, gesellen sich noch die Nachtheile, welche aus der schiefen Richtung der Sonnenstrahlen entspringen. Hiedurch wird nicht bloss die Wärme vermindert und in verschiedenen Höhen gleichmässiger, sondern auch der beschattete Raum, den die Bergkuppen verdecken, ungemein vergrössert. In dieser Hinsicht hat die wagerechte Ebene den grossen Vorzug, dass sie, abgesehen von den Wolken, völlig schattenlos ist, und daher das Mass der Wärme, welches der tiefe Sonnenstand ihr zu bieten vermag, gleichmässig und vollständig zu ihrer Befreiung verwendet.

Das unterirdische Eis, welches einen so hervorstechenden Zug der nordischen Natur bildet, ist seiner Lage nach nicht, wie der ewige Schnee, von den Jahreszeiten, sondern von der mittleren Temperatur des Erdbodens abhängig und reicht daher in Sibirien und Nordamerika weit über die Grenzen der arktischen Flora in das Innere des Waldgebiets. Seine untere oder Tiefen-Grenze entspricht, wenn es sich frei entwickeln kann, derjenigen Bodenschicht, wo das Thermometer dauernd auf dem Gefrierpunkte steht. Aber diese Tiefe, bis zu welcher das Eis in die Erde eindringt, richtet sich nicht nach der Temperatur allein, sondern zugleich auch nach der Beschaffenheit des Bodens, je nachdem derselbe das Wasser durchlässt

oder zurückweist, aus dem es sich gebildet hat. Im lockeren Erdreich Sibiriens reicht es bis zu ungleich grösseren Tiefen, als in den anstehenden granitischen Gesteinen des nördlichsten Amerikas. In Jakuzk ist der Boden bis zu einer Tiefe von 670 Fuss gefroren⁴⁾, in derselben Breite 62° fand Richardson⁵⁾, am Mackenzie, im Innern von Nordamerika, nur eine 6 Fuss dicke Schicht, die Eis führte, nachdem das Erdreich über derselben im Sommer 11 Fuss tief aufgethaut war. Jedes Hemmuiss, welches das unterirdisch abfliessende Schneewasser im Innern der Erde an Gesteinen findet, die es nicht durchlassen, wirkt nachtheilig auf die Oberfläche, indem es den Abfluss verlangsamt. Dennoch genügt, wie gesagt, die Sommerwärme überall, den Schnee von dem Flachlande, wenn auch erst spät, zu entfernen.

Auf der Neigung des Bodens beruhen die grössten Gegensätze, welche die arktische Natur hervorzurufen vermag. Es giebt einen Fall, wo das Gefälle des Wassers der Erwärmung der Oberfläche nicht bloss nicht nachtheilig ist, sondern sie sogar erköhlt.

Wenn auf einer wagerechten Ebene das Schneewasser nach abwärts nicht abfliessen kann, sei es dass der Untergrund es nicht durchlässt oder dass die Wärme zu gering ist, um den Boden bis zu angemessener Tiefe aufzuthauen, so bilden sich im Sommer feuchte, sumpfige Flächen, deren Temperatur wegen der Nähe des unterirdischen Eises nicht über den Gefrierpunkt steigen kann. Solche Ebenen, deren geringe Bodenwärme dem Pflanzenleben höchst nachtheilig ist und nur die ärmlichste Vegetation zulässt, werden Tundren genannt: sie sind die eigentlichen Polarwüsten Sibiriens, die, für den Menschen unbewohnbar, auch den weidenden Thieren keine Nahrung gewähren. Wir werden späterhin sehen, wie gering die Tiefe ist, bis zu welcher diese ebenen Tundren im Sommer aufthauen⁶⁾.

Wenn aber der Boden gewölbt ist, ohne dass die Erhebung desselben die Linie des ewigen Schnees erreicht, und wenn daher das auf der Oberfläche herabirrende Wasser mit deren Entblössung versiegt, so treten von nun an für die Vegetation die vortheilhaftesten Bedingungen ein, weil das trockene Erdreich von den Sonnenstrahlen stärker erwärmt wird, als das feuchte, und weil von dieser Wärme um so weniger wieder verloren geht, je tiefer dasselbe bereits aufgethaut ist. Kommt dazu noch eine günstige Exposition gegen die

Sonne, und je weiter diese den Horizont umkreist, um so verschiedenen Lagen sendet sie ihre Strahlen, so wird der höchste klimatische Werth erreicht, der in dem Gebiete der arktischen Flora möglich ist. die verhältnissmässig grösste Wärme des Bodens und das längste Zeitmass für die Entwicklung der Pflanzen. Die Thalbetten der grossen Flüsse, die vom Inneren beider Kontinente aus in das Eismeer sich ergiessen, stehen in diesem Verhältniss und bieten unmittelbar am Saume der Tundren die besten Weidegründe, die der Samojede Sibiriens, im Sommer nach Norden ziehend, mit seinen Heerden aufsucht. Die sanfte Böschung, die den Flussthalern des Tieflands eigen ist, giebt ihnen den Vortheil des ebenen Bodens, dass ein bedeutender Theil des Schneewassers in dem unterirdischen Eise verschwindet. So findet sich auch in der berühmten Schilderung der Vegetation von Nowaja Semlja, welche Baer entwarf, die Bemerkung, dass die ebene Polarfläche einer Wüste, der geneigte Boden am Fuss der Berge, wenn er nicht Schnee- oder Gerölllager sei, einem Garten gleichen könne. •

Den äussersten Gegensatz zu solchen Thalgründen bildet das eisbedeckte Innere von Grönland, wo die Exposition dieselbe sein kann, aber das Gebirge sich über die Schneegrenze erhebt und seiner Erhebung gemäss statt flacher Mulden steilere Berggehänge entwickelt. Ein grosser Theil von Grönland liegt tiefer als das Niveau des ewigen Schnees, der die Randgebirge der Westküste deckt, und so hat von Alters her sich hier eine zusammenhängende Masse von Gletschereis über das ganze Land, so weit man hat eindringen können, ausgebreitet¹⁾, welches in einer Reihe von Thaleinschnitten sich westwärts zur Baffinsbai bewegt und hier, in das Meer stürzend, jene schwimmenden Eisberge entladet, die, durch die Strömungen nach Süden getragen, erst in viel niedrigeren Breiten zur Schmelzung gelangen. Grönland ist das einzige Polarland, welches wegen des überwiegenden Einflusses der Schneegebirge nur seine Küsten dem organischen Leben öffnet. Wenn man sieht, wie sehr die grönländische Vegetation unter dem Einflusse hoher Gebirgserhebungen eingeschränkt und wie die der grossen Kontinente durch die sanfte Gestaltung der Flussthäler gefördert wird, so erinnert man sich an das ähnliche Verhältniss in den Alpen, wo die zerstörenden Gletscher sich unmittelbar mit blumenreichen Matten zu berühren pflegen.

Die grössten Gegensätze der arktischen Natur beruhen demnach auf der plastischen Bildung des Bodens. Das Meer, welches weiter südwärts die Klimate sondert, hat innerhalb des Gebiets einen verhältnissmässig geringen Einfluss auf die Vegetation, obgleich es, in der mannigfaltigsten Weise die Polarländer berührend und scheidend, durch seine Eismassen und durch die Strömungen, die sie bewegen, mittelbar für den Haushalt der arktischen Zone und für das Gleichgewicht der Lebensbedingungen von der entscheidendsten Bedeutung ist. Das Treibeis, welches es herbeiführt, übt auch einen unmittelbar erkältenden Einfluss auf die Küsten, an denen es sich anhäuft, aber der Charakter der Vegetation ist da, wo es fast niemals verschwindet, von den dem offenen Polarmeere gegenüberliegenden Landschaften nicht wesentlich verschieden. Die Nordküste Islands erleidet freilich in gewissen Sommern, in denen das Treibeis sie belagert, den Verlust aller Hilfsquellen der Bewohner, aber dies sind nur periodische Erscheinungen. Die Flora der offenen West- und der eisumgürteten Ostküste Grönlands ist übereinstimmend⁷⁾. Vielleicht beruht die Ausgleichung der Vegetation indessen nur darauf, dass die Höhen an der Ostküste weniger Schnee tragen⁸⁾ und die Gletscher das Meer selten erreichen, welches daher hier von den grossen Eisbergen der Baffinsbai fast ganz frei bleibt.

Wäre das Meer indessen nicht geeignet, durch seine Strömungen das Polareis zu entfernen und das Klima der arktischen Küsten durch den Austausch mit dem Wasser niederer Breiten zu mässigen, ja bis zu einem gewissen Grade auszugleichen, so würde die Sommerwärme nicht genügen, die Bedingungen des Pflanzenlebens herzustellen. Die wachsende Anhäufung der Eismassen hätte die Polarzone längst vollständig, wie das Innere Grönlands, überdecken müssen. Indem aber das Meer dieselben beständig fortschafft und in diesem Sinne die Nachwirkungen der Winterkälte aufhebt, kommt die Sommerwärme dem Festlande reichlicher zu Statten und wird nicht im Schmelzen des Eises vergeudet. Der gleichartige Vegetationscharakter der arktischen Flora beweist, dass diese mittelbaren Wirkungen der Strömungen, wiewohl sie zunächst nur im atlantischen Meere in die Erscheinung treten, über das ganze Polarbecken sich ausdehnen, und, um dies zu begreifen, ist es erforderlich, den Bahnen des Treibeises und der Eisberge einen kurzen Ueberblick zu widmen.

Auf offenem Meere bildet sich wenig Eis und auch dies nur von geringer Stärke, weil Wind und Wetter es immer wieder zerstören und wärmeres Wasser aus der Tiefe an die Oberfläche treten kann. Auch ist nach der verschiedenen Ausstrahlungsfähigkeit der festen und der flüssigen Körper, durch welche auf dem Festlande in der langen Polarnacht die Temperatur zu den tiefsten Werthen herabsinkt, die Winterkälte auf dem Meere weit geringer und das organische Leben hoher Breiten daher in seinen Fluthen viel reicher und mannigfaltiger entwickelt. Die arktischen Küsten sind es, an denen die grossartige Eisbildung des Meerwassers stattfindet, aber auch hier nur da, wo die aus dem Süden kommenden Strömungen sie nicht verhindern. Das von den Kontinenten umschlossene Polarbecken hat eine kreisähnliche Gestalt und bietet dem Austausch der Meeresströmungen, die das Wasser von ungleicher Temperatur und Dichtigkeit in's Gleichgewicht zu setzen streben, nur zwei Oeffnungen dar, beide im atlantischen Meer, im Osten und Westen von Grönland. Denn die Behringstrasse ist zu seicht, um das Eis nach der Südsee fortzuschaffen, das gerade in dem hier geöffneten Theile des Polar-meers eine solche Stärke erreicht, dass es zuweilen 60—80 Fuss tief in das Wasser eintaucht⁹⁾. Jenen beiden Oeffnungen nun entsprechen zwei warme und zwei kalte Strömungen, die das Klima der hohen Breiten mit dem der gemässigten Zone vermitteln. Durch die Rotation der Erde werden die beiden ersteren an die westlichen, die beiden letzteren an die östlichen Küsten des Festlands gedrängt, weil jene nach Norden, diese nach Süden streben, und dies ist die Ursache der Zugänglichkeit der Westküsten für die Schifffahrt im Norden des atlantischen Meers. Eine weite Strecke hin nach Norden bleibt dieses eisfrei, im Bereiche des Golfstroms, der zwischen Nowaja Semlja und Spitzbergen dem arktischen Strome mit seinen Eisfeldern begegnet und im Westen der letzteren Insel den Wallfisch- und Robbenfang bis zum 81. Breitengrade möglich macht. Ebenso ist es in der Baffinsbai eine nach Norden gerichtete Strömung¹⁰⁾, welche die Kolonien der grönländischen Westküste in leichte Verbindung setzt, während der östliche Abschnitt dieses grossen Meerbusens durch den vom Lancaster Sund kommenden und nach Labrador abfliessenden arktischen Strom beherrscht wird. In die unerforschten Umgebungen des Pols endlich muss man die den Austausch mit dem

Golfstrom vermittelnde, arktische Strömung versetzen, die das Küsteneis Sibiriens aus allen Meridianen zwischen Nowaja Semlja und der Behringstrasse an die Nordseite Spitzbergens und weiter an die Ostküste Grönlands führt, wo deren Ursprung an dem mitgeführten Treibholze bis nach Island hin erkannt wird, welches, aus den nordasiatischen Wäldern stammend, mit den Flüssen von dort aus in das Eismeer gelangte.

So gleichartig auch die Vegetation sowohl an den eisumsäumten als den freien Küsten ihren Bestandtheilen nach entwickelt ist, so übt doch auf den Umfang des Gebiets der arktischen Flora das System dieser Meeresströmungen den umfassendsten Einfluss aus und beweist hiedurch seine klimatische Bedeutung. Den arktischen Pflanzenformen selbst genügt es, einige Wochen zu gewinnen, in denen der Erdboden schneefrei ist, und hiezu reicht auf dem Flachlande die Sommerwärme aus, wenn auch das Treibeis vorüberfluthet: die Wälder aber, die einer längeren Vegetationsperiode bedürfen, können dem erkältenden Einflusse arktischer Meeresströmungen nicht widerstehen, wenn die Tage wieder kürzer werden und die Sonne nun rasch an erwärmender Kraft verliert. In Skandinavien finden wir nur eine alpine, keine arktische Flora, die Bäume reichen hier bis in die Nähe des Nordkaps (71° N. B.), weil der Golfstrom bis hieher die Küste von Eis frei erhält, aber schon im Gouvernement Archangel, im europäischen Samojoedenlande, tritt die Waldgrenze in den Kontinent (66°) ¹¹⁾ und zieht sich nun von hier aus durch ganz Sibirien in einem bestimmten Abstände von der Küste verharrend (Jenisei $69\frac{1}{2}^{\circ}$, Taimyrland $71\frac{1}{2}^{\circ}$, Lena 71° , Behringstrasse 64°) ¹²⁾. Hier verbrauchen die Eismassen, um sich vom Festlande abzulösen, diejenige Wärme, welche tiefer landeinwärts den Wäldern zu ihrer Erhaltung dient. Dieser Schmelzungsprocess des Küsteneises ist auch die Ursache von der tiefsten südlichen Kurve der Baumgrenze, welche die Wälder Nordamerikas beinahe bis zur Breite von Petersburg zurückdrängt und der arktischen Flora eine um so grössere Ausbreitung nach Süden einräumt (Behringstrasse $66\frac{1}{2}^{\circ}$, Grosser Bärensee 67° , Hudsonsbai $60\frac{1}{2}^{\circ}$) ¹²⁾. Denn das arktische Festland Amerikas ist weit ungünstiger gestellt, als Asien, theils weil zwischen der Behringstrasse und der Mündung des Mackenzie die Strömungen das Eis so langsam entfernen und das Wachsthum desselben hier am stärksten

ist⁹⁾, theils weil es in der Hudsonsbai selbst keinen Ausgang nach Süden findet, also an Ort und Stelle schmelzen muss, in diesem kalten Behälter, der im Sommer nicht bloss sein eigenes Wintereis, sondern auch diejenigen Massen verzehren muss, die von der Davisstrasse hineingelangt sind. In den westlicher gelegenen Meridianen, wo der der Küste anliegende Archipel grosser Inseln, wie Banksland und Wollastonland die Anhäufung des Eises mindert, erreicht die Baumgrenze die grösste Polhöhe (67°) in Amerika.

Die arktische Flora selbst also behauptet den Charakter grosser Gleichartigkeit, der jedoch durch die geognostische Bildung des Erdreichs und die davon abhängige Temperatur der Bodenfeuchtigkeit in einem grossen Verhältniss beeinflusst wird. Fragen wir nun, worin diese Gleichheit physischer Bedingungen besteht, von der die Pflanzenformen nur der Ausdruck sind, so finden wir das Uebereinstimmende in der Kürze der Vegetationsperiode und in der verhältnissmässig geringen Wärme auch dieses Zeitraums. Es giebt viele Gegenden im arktischen Gebiet, wo die Lufttemperatur, wie in Spitzbergen nur in den drei Sommermonaten über den Gefrierpunkt steigt, und da die Saftbewegung der Pflanzen nur dann möglich ist oder durch die Sonnenstrahlen eingeleitet fort dauern kann, wenn der Boden flüssiges Wasser liefert, so muss ihre Organisation so eingerichtet sein, dass sie einen Winterschlaf von wenigstens 9 Monaten ertragen können. In einigen arktischen Ländern erstreckt sich die über dem Frostpunkt liegende Wärme auf einen längeren Zeitraum, in Island und an der grönländischen Westküste sogar bis auf 5 oder 6 Monate¹³⁾, und doch verlängert sich auch in diesem Falle die Vegetationsperiode nicht bedeutend, denn es geht eine beträchtliche Zeit verloren, bis der Schnee des Winters weggeschmolzen ist, oder wenn in den Herbstmonaten neue Schneefälle eintreten. Es ist dasselbe Verhältniss, wie in der alpinen Region der Alpen oberhalb der Waldgrenze, wo z. B. auf dem Bernhardospiz¹³⁾ 5 Monate lang die Lufttemperatur über dem Gefrierpunkte steht und doch wegen des Zeitverlustes, bis der Schnee entfernt ist, der Vegetation nur eine Periode von etwa 3 Monaten zu Gebote steht, die dem Baumleben nicht genügt. Ich nehme an, dass die arktische Flora ebenfalls die Entwicklungsperiode ihrer Pflanzen nicht leicht über 3 Monate verlängern kann, dass sie aber in Gegenden, wo der Schnee erst spät

im Sommer verschwindet, auch mit einer viel kürzeren Zeit auszukommen hat, und dies ist ein wichtiger Gesichtspunkt, der in der Organisation ihrer Pflanzenformen seinen Ausdruck finden wird.

Wäre aber auch ein früheres Erwachen und eine längere Erhaltung des Saftumtriebes möglich, als jenes angenommene äusserste Zeitmass umfasst, so würden doch alle die Gewächse ausgeschlossen bleiben, die zur Vollendung ihrer jährlichen Bildungen zwar die erforderliche Zeit hindurch flüssiges Wasser im Boden fänden, deren Entwicklung aber an höhere Temperaturen gebunden ist. Dies ist die Ursache, weshalb die Bäume nicht mehr fortkommen, von denen die Birke, die unter den Laubhölzern am weitesten in kalte Klimate vordringt, doch erst bei einer Wärme von 6° R. den Frühlingstrieb zu entwickeln beginnt. Diese Wärme wird in Grönland, in der Breite von Island (65°) kaum 2 Monate hindurch, im Juli und August, erreicht, also viel zu kurze Zeit für die Vollendung ihres jährlichen Wachstums. An den Südgrenzen des arktischen Gebiets, wo die Bäume ihre Lebensbedingungen zu finden anfangen, können wir den Einfluss, den die Kürze der Entwicklungszeit auf die Vegetation ausübt, am sichersten erkennen. Der Süden Islands, der vom Golfstrome berührt wird, aber doch keine einheimischen Bäume besitzt, kann als ein solcher Grenzpunkt gelten: denn in Reikiawik (64°) gelingt es kleine Birken zu ziehen, wenn sie vor den stürmischen Winden hinlänglich geschützt sind. Klimatisch ist dies nun dadurch erklärlich, dass hier die Monatswärmen vom Mai bis zum September über 6° sich erheben, während an der Nordküste, am Eyafjord, dies nur im Juli und August, wie in Grönland, der Fall ist. Die Baumgrenze würde daher die Südküste Islands berühren, wie es vielleicht in früheren Zeiten der Fall gewesen ist, aber da der Wald keinen Schutz findet, ist die arktische Flora in den offenen Raum eingetreten. Im entgegengesetzten Sinne rücken an der Petschora und anderen Flüssen des arktischen Russlands die Bäume nach Norden hinaus in die Tundren des Samojudenlandes¹⁴⁾ (bis $67\frac{2}{3}^{\circ}$). Zwischen diesen zungenähnlich in den Stromthälern vorgestreckten Waldungen breitet sich die baumlose Ebene weithin südwärts aus (bis 66°): so ist an der unteren Kolwa in der Breite des Polarkreises der Wald nur etwa eine halbe g. Meile breit und wird nach Norden allmählig schmaler und, wie es Waldinseln innerhalb der Tundren giebt, so zeigen sich

auch waldumschlossene Tundren diesseits der Grenzen des zusammenhängenden Waldgebiets. Solche Erscheinungen erklären sich in den südlichen Steppen leicht aus der grösseren Feuchtigkeit des Bodens in der Nähe der Strombetten, weil daselbst die Baumlosigkeit von trockenen Jahreszeiten abhängig ist, welche die Dauer der Vegetation über das den Bäumen nothwendige Mass hinaus verkürzen. Aber in der arktischen Zone ist nicht Trockenheit, sondern die durch die kältere Temperaturkurve verkürzte Vegetationszeit die Ursache der Waldentblössung, indem die Flussthäler durch ihre tiefere Lage die Erscheinung bedingen. Denn im Petschoragebiet sind die Flussbetten allgemein von zwei Terrassen eingefasst, deren Böschungen, vor den Luftströmungen, vor dem Ungestüm kalter Nordstürme, geschützt, nach oben vorzugsweise bewaldet sind. Wäre es die angesammelte Wassermasse des Stromes oder die Nähe des Meeres, wodurch das Klima örtlich gemildert würde, so würde im ersteren Falle der untere Theil der Terrassen bewaldet sein, der von Stauden und Weidengebüsch bedeckt ist, im letzteren müsste die Baumgrenze gleichmässiger dem Abstände von der Küste folgen. Aber nur die gewundenen Flusslinien begleitet der Wald, dessen Tannenstämmen noch 2 Fuss im Durchmesser messen, und breitet sich oberhalb der feuchteren Gebüsche aus, wo er sich an der oberen Terrasse hinaufzieht und in der wagerechten Tundra aufhört. Den Abstand beider Abhänge schätzte Schrenk an der Kolwa auf 600—1800 Fuss.

Aber nicht die Kürze der Vegetationszeit allein ist es, wodurch die Bäume aus dem arktischen Gebiete zurückgewiesen werden. Fänden sie auch die entsprechende Temperatur, ihren Saftumtrieb zu beginnen, und Zeit genug, ihn zu vollenden, so würden doch die höheren Wärmegrade ihnen entgehen, deren sie in den mittleren Zeiten ihres Wachstums bedürfen. Unter allen ermittelten thermischen Werthen entspricht die Juliwärme von 8° R. der Polargrenze der Wälder am vollständigsten. Die Pflanzen der gemässigten Zone sind in dem jährlichen Kreislauf ihrer Wachstumsphasen auch an die höheren Werthe der Temperaturkurve gebunden, die sie im arktischen Gebiete nicht mehr empfangen würden. In manchen Fällen, wie beim Weinstock, ist es leicht zu erkennen, dass die einzelnen Abschnitte der jährlichen Entwicklung an die Temperatur verschiedene Ansprüche machen, aber dies ist als eine allgemeine Forderung der

Vegetation anzusehen. Zwischen der arktischen Flora und dem südwärts angrenzenden Waldgebiete ist nun aber der bemerkenswerthe Unterschied, dass auch die höchste Wärme in den hohen Breiten wegen der schiefen Richtung der Sonnenstrahlen viel zu niedrig bleibt, um südlicheren Gewächsen genügen zu können. Jede Aenderung der Exposition gegen die Sonne kann daher in der Nähe der Baumgrenze schon genügen, Waldinseln in das Gebiet der arktischen Vegetation vorzuschieben. Legen wir die Wärme des Sommers als desjenigen Zeitraums zu Grunde, der in der arktischen Flora für das Pflanzenleben allein in Betracht zu ziehen ist, so umfassen die Werthe, die aus den meteorologischen Messungen sich ergeben, eine Reihe, deren unterstes Glied nach Kane's Beobachtungen in Rensselaer's Hafen ¹⁵⁾ (Smith's Sund, $78\frac{1}{2}^{\circ}$ N. B.) nur einen halben Grad ($+ \frac{1}{2}^{\circ}$ R.) über den Gefrierpunkt sich hebt, während eins der höchsten am Eyafjord in Island ($6^{\circ}, 1$) über sechs Grad hinaufreicht und freilich in Reikiavik ($9^{\circ}, 6$) noch um viertelhalb Grade übertroffen wird. Aber auch in dieser Beziehung stimmt der Süden Islands mit den Werthen überein, die in Europa und Sibirien in der Nähe der nördlichen Baumgrenze ermittelt sind [$9^{\circ}, 5$; $8^{\circ}, 1$ ¹⁵⁾]: hier scheint also eine rasche und bedeutende Steigerung der Sommerwärme einzutreten, wie sie den klimatischen Ansprüchen des Baumlebens entspricht. Innerhalb der alpinen Region der Alpen finden wir dieselbe Sommerwärme ($4^{\circ}, 9$), wie unter dem 69. Breitengrade in Grönland.

Nehmen wir an, dass im Gebiete der arktischen Flora die Sommerwärmen vom Gefrierpunkte bis zu 6° R. anwachsen, so ist der übereinstimmende Charakter der Vegetation nur dadurch zu erklären, dass diejenigen Pflanzenformen, in welchen diese Gleichartigkeit sich ausspricht, entweder von der Verkürzung der Entwicklungsperiode, die in den kälteren Gegenden eintritt, unabhängig sind; oder dass die Aenderungen der Temperatur dieselben in ihrem Gedeihen nicht beeinträchtigen. Das Letztere ist aber deshalb zu verwerfen, weil, wenn die Bodenfeuchtigkeit durch unterirdisches Eis auf den Gefrierpunkt herabsinkt und also mit der Sommerwärme von Rensselaer's Hafen nahe übereinstimmt, die Vegetation sich sofort wesentlich ändert und fast nur noch aus Kryptogamen besteht. Von der Bodenfeuchtigkeit aber hängt die Temperatur des Saftes unmittelbar, von der Luftwärme nur mittelbar ab. Wenn also die

Ausbeute am Smith's Sund aus arktischen Stauden bestand, die auf den Tundren Sibiriens nicht mehr fortkommen, so kann die Ursache nur darin liegen, dass dieselben an der höheren Wärme einer kürzeren Entwicklungsperiode Genüge finden, die auf dem gefrorenen Boden, der nur zu unbedeutender Tiefe aufthaut, niemals eintreten kann. Sie wachsen doch wenigstens während des Juli ($2^{\circ}, 7$) in einer Luftwärme, die fast dieselbe ist, wie die Temperatur der drei Sommermonate der Melville-Insel ($2^{\circ}, 3$) und der grönländischen Kolonie Upernivik ($2^{\circ}, 7$). Nach dieser Auffassung können offenbar nur diejenigen Bestandtheile der arktischen Pflanzenformationen bei verschiedenen Sommerwärmern übereinstimmen, die einer ungemeinen Verkürzung ihrer Entwicklungsperiode fähig sind, und hieraus ergibt sich, dass die Mannigfaltigkeit der Flora in demselben Verhältniss abnehmen muss, als der Sommer kälter wird. Dies aber bestätigt sich allgemein durch den höchst ungleichen Ertrag an verschiedenen Pflanzenarten, den die sorgfältigsten Sammlungen aus den einzelnen arktischen Ländern ergeben haben, und der fast überall in geradem Verhältniss zu der Sommerwärme steht. Mit der Abnahme derselben bleibt eine Organisation nach der anderen zurück, aber die Pflanzenformen, welche an den kältesten Punkten noch übrig bleiben, tragen doch denselben Charakter, sie gruppieren sich zu ähnlichen Formationen. Die höchste Sommerwärme unter allen arktischen Ländern, von denen umfassende klimatische Messungen vorliegen, hat Island: diese Insel hat bereits gegen 450 Gefässpflanzen geliefert ¹⁶⁾; hierauf folgen, nach dem Artenreichtum geordnet, der Reihe nach die Westküste Grönlands (60° — 73°) mit 323, das europäische Samoedenland mit 265, das sibirische Taimyrland mit 124, Spitzbergen mit 93, Insel Melville mit 60 Arten.

Beobachtungen über den Entwicklungsgang gewisser arktischer Pflanzen werden uns eine deutliche Vorstellung davon geben, welcher Verkürzung derselbe fähig ist. Kaum dass die kleinen Polarweiden, die nur Triebe von Zollgrösse aus dem Boden hervorstrecken, von den ersten Sonnenstrahlen getroffen werden, so fangen ihre Kätzchen schon an zu blühen, obgleich eine Safterneuerung aus dem gefrorenen Boden noch Wochen lang unmöglich ist. Die Sonne thaut nur den Saft im Gewebe ihrer äussersten Triebe und Knospen, und diese vollenden ihre physiologische Aufgabe, während der grösste

Theil des Organismus, der unterirdische Holzstamm, noch im Winterschlaf verharrt und vielleicht nur in günstigen Jahren zu vollständigem Saftumtrieb und entsprechendem Wachstum gelangt. Andere Gewächse bringen ihren Samen nicht jedes Jahr zur Reife, wenn der Sommer zu rasch vorübergeht, aber sie erhalten sich doch vermöge ihrer dauerhaften Vegetationsorgane.

Die unsymmetrische Vertheilung der Sommerwärme ist eine Folge von den unregelmässigen Grenzen des Festlands und des Meers im Polarbecken, sowie von den Bahnen und Stauungen der Meeresströmungen und ihrer Eisfelder. Wird aber hiedurch die Anordnung der Pflanzen zwar bis zu einem gewissen Grade bestimmt, so ist doch noch ein anderes, einflussreiches Moment vorhanden, wodurch die Wärme, die der Vegetation wirklich zu gute kommt, unter dem Wechsel äusserer Bedingungen und ungeachtet der ungleichen Dauer der Vegetationszeit doch in viel höheren Grade übereinstimmend erhalten wird, als die Beobachtungen über die Luftwärme erwarten lassen. Denn nicht diese, wie sie im Schatten gemessen wird, sondern die unmittelbare Wirkung der Sonnenstrahlen ist das Mass für die klimatische Sphäre der arktischen Gewächse, insofern nicht die Feuchtigkeit, die aus dem unterirdischen Eise stammt, dieselbe einschränkt. Da alle grösseren Pflanzenformen fehlen, ist die Ebene oder der flach geneigte Boden wesentlich schattenlos, und die Vegetation steht daher unter dem höheren Wärmeeinflusse, den die Sonne ihr gewährt. Wie viel diese Steigerung der Temperatur beträgt, lässt sich in Ermangelung geeigneter Instrumente nicht genauer angeben, aber dass sie bedeutend sei, erkennt man an den Messungen Kane's mit dem geschwärzten Thermometer, welches er der Sonne aussetzte¹⁵⁾. Schon vom 16. Mai an stieg dessen Wärme täglich über den Gefrierpunkt (nur am 22. war dies nicht der Fall), erreichte bereits am 15. Juni 7° R., am 26. beinahe 10°; am 5. Juli wurde die höchste Insolation mit 16°,9 beobachtet, ergab noch am 11. August über 15° und sank erst nach dem 4. September wieder unter 0°. Es fand demnach über viertelhalb Monate lang eine Erwärmung des Bodens und der Pflanzen statt, bei welcher flüssiges Wasser gebildet wurde und sich in den Geweben bewegen konnte. Die mittlere Sommerwärme von + 0°,5 giebt also in Rensselaer's Hafen nur eine sehr ungeeignete Vorstellung von dem, was die Vegetation von den Sonnenstrahlen

empfängt. Fügen wir hinzu, dass, wie gesagt, die Abplattung des Pols die Abhängigkeit der Insolation von den Breitengraden mässigt, weil die Richtung der Strahlen in Folge dessen sich innerhalb des Polarkreises wenig mehr ändert, und dass dagegen die rasch zunehmende Tageslänge die Wirkungen der Sonne vielmehr mit wachsender Polhöhe steigert, so ist es einleuchtend, dass bis zum Pole selbst es der Vegetation arktischer Pflanzen an Wärme nicht fehlen würde, und dass die klimatischen Unterschiede, die demohngeachtet stattfinden und die in der Vertheilung der Pflanzenformen ihren Ausdruck finden, nicht dem Stande der Sonne, sondern nur dem Schnee und Eis beizumessen sind, deren ungleiche Masse über oder in dem Erdboden der Luft und den Pflanzen die Wärme entziehen kann.

Die Unterschiede der Winterkälte sind im Gebiete der arktischen Flora ungleich grösser, als die der Sommerwärme. Die letztere bildet, wie bei uns, eine regelmässige Temperaturkurve, weil sie vom Stande der Sonne abhängt, die Strenge des Winters ist unregelmässiger über die langen Polarnächte vertheilt, weil die tiefsten Temperaturen von der Heiterkeit des Himmels und namentlich in der Nähe der Winterkältepole von der Stille der Luft abhängen. In mehreren Fällen hat man erst gegen den Schluss des Winters die grösste Kälte eintreten sehen, zu einer Zeit, wo die Eisbedeckung von der Küste aus am weitesten in das Meer hinausreicht, also die Ausstrahlung überall von festen Körpern, nicht mehr zugleich von Wasserflächen ausgeht, auf denen ihre Wirkungen geringer sind: so im Februar auf Nowaja Semlja und erst in März am Smith's Sund.

Die Winterkälte beschränkt die arktische Vegetation weniger durch ihre Strenge, als durch ihre Dauer. Es ist indessen selbstverständlich, dass alle einheimischen Pflanzen hartem Frost zu widerstehen geeignet sein müssen. Die allgemeinsten Mittel, welche die Natur anwendet, die ausdauernden Gewächse den Winter hindurch zu erhalten, würden unter der Schneedecke, welche die Vegetation einhüllt, zum Theil nicht wirksam sein. Weiche Stengel und Blattorgane, die durch Zerrung ihres Gewebes bei eintretender Kälte am meisten gefährdet sind, und die in der gemässigten Zone vor dem Eintritt des Winters entfernt werden, kommen hier seltener vor¹⁷⁾ oder werden durch den Schnee vor Fäulniss bewahrt, ohne dass ihre Erhaltung im gefrorenen Zustande der Pflanze nachtheilig sein könnte.

Diejenigen Organe aber, die in folgenden Jahren sich wiederbeleben und die in wärmeren Gegenden allein übrig bleiben, erhöhen wie dort ihre Kohäsion durch holzige Inkrustationen des Gewebes oder durch eine starre Oberhaut. Den zarten Knospen; die überwintern sollen, ist eine Hülle von Tegmenten gegeben, welchen ebenfalls eine grössere Widerstandskraft gegen die durch die Kälte veränderten Spannungen der Gewebe zukommt. Aber es müssen doch im arktischen Klima die Säfte viele Monate lang gefroren sein, auch wenn der Schnee sie vor den tieferen Kältegraden schützt. Worin eigentlich die Verschiedenheiten der Organisation bestehen, dass bei gewissen Pflanzen der Saft zu Eis erstarren kann, bei anderen nicht, ohne das Leben zu gefährden, ist bis jetzt ein physiologisches Räthsel, dessen Dunkelheit noch dadurch erhöht wird, dass tropische Gewächse schon bei Temperaturen oberhalb des Frostpunktes erfrieren können. Man würde sonst vermuthen, dass die Erstarrung des Safts diejenigen Veränderungen der Molekularstruktur hervorbringe, die man namentlich bei den plastischen Stoffen, dem Eiweiss, wenn es dem Froste ausgesetzt war, bemerkt hat, und die sich in dem Charakter ihrer endosmotischen Kräfte äussern¹⁸. Die Erhaltung dieser Eigenschaften, auf dem die Regelmässigkeit des Saftaustausches zwischen den Geweben beruht, hängt also nicht bloss von dem Aggregatzustande der wirksamen Stoffe, sondern überhaupt von der Temperatur ab, welche die Organe von ihren Umgebungen empfangen, und deren Sinken sie durch eigene Wärmeerzeugung vielleicht in beschränkter Weise Widerstand zu leisten vermögen. Wie ungeachtet der chemischen Gleichheit der plastischen Stoffe, die doch kaum zu bezweifeln ist, verschiedene Gewächse gegen die Temperatur sich so ungleich verhalten, ist aus der Wärmeleitung allein nicht wohl zu erklären. Die Erscheinung, dass gewisse Pflanzen einen Frost von $- 8^{\circ}$ ertragen, aber bei noch tieferer Temperatur erfrieren, ist der, dass andere schon bei niederen Wärmegraden über dem Gefrierpunkte zu Grunde gehen, vergleichbar. Bei diesem ungenügenden Standpunkte der physiologischen Kenntnisse über die Wirkungen des Frostes sind doch verschiedene Einrichtungen leicht verständlich, durch welche die arktische Vegetation bis zu einem gewissen Grade gegen die Strenge des Winters geschützt wird. Die geringe Grösse aller Erzeugnisse der arktischen Flora ist in dieser Hinsicht

charakteristisch. Da der Erdboden schon in sehr geringer Tiefe wärmer bleibt, als seine Oberfläche, die durch die Ausstrahlung am stärksten abgekühlt wird, so ist es für die Temperatur, welche das Gewebe im Winter zu ertragen hat, von Wichtigkeit, dass die arktischen Pflanzen überwiegend ihre unterirdischen Organe entwickeln, dass sie weniger, als in anderen Zonen, die Hauptaxe in die Luft strecken und den Austausch mit derselben vielmehr durch rasenförmiges Wachsthum, also durch zahlreichere Zweigbildungen zu erreichen streben. Und wie man aus den Wärmegraden schliessen darf, die in das Innere lappländischer Bäume eingesenkte Thermometer ergaben ¹⁹⁾, wird auch denjenigen Organen, welche der tieferen Lufttemperatur ausgesetzt sind, einige Hülfe dadurch zu Theil, dass die Wärme in der Richtung der Faser, also von den Wurzeln aus leichter, als im Sinne ihres Querdurchmessers geleitet wird. Das Gewebe ist geringeren Schwankungen der Temperatur ausgesetzt, als die den Boden berührenden Schichten der Atmosphäre. Weit wichtiger aber für die Erhaltung des Lebens im Winterschlaf ist der Schutz, den die vollständige Einhüllung so kleiner Organisationen im Gewande des Schnees gewährt. Je stärker die Schneelager anwachsen, desto weniger pflanzt sich die Wirkung der Ausstrahlung in den Himmelsraum, bei welcher das Quecksilber vielleicht erstarrt, in die Tiefe derselben fort; die Temperatur, welche die überwinternden Organe annehmen, wenn sie in ihrem vollen Wachsthum von den ersten Schneefällen begraben werden, ändert sich nicht bedeutend, wie auf unbedecktem Erdreich. Versuche haben ferner gelehrt, dass die Gefahr des Erfrierens mit der Geschwindigkeit des Aufthauens der Säfte erheblich gesteigert wird. Dadurch nun, dass der Sommer den Schnee allmählig entfernt, treten die Organe ebenfalls allmählig aus der Erstarrung hervor, und längere Zeit hindurch hält sich die Temperatur ihres Gewebes auf dem Gefrierpunkte, so dass die Säfte mit entsprechender Langsamkeit wieder flüssig werden.

Die Kleinheit der arktischen Pflanzen ist das vorzüglichste Mittel, der Dauer der Winterkälte zu begegnen: hierauf beruht die Möglichkeit, den jährlichen Kreislauf des Wachsthums auf das kürzeste Zeitmass einzuschränken. Denn mit dem Umfang der vom Organismus zu leistenden Arbeit wachsen die Ansprüche an die Zeit, die zu ihrer Vollendung erforderlich ist. Aber auch dem Raume

nach ist es nothwendig, die grösste Sparsamkeit im Wachsthum eintreten zu lassen, weil die Schicht unorganischen Bodens, welche auch im Sommer allein die angemessene Wärme darbietet, von so geringer Dicke ist, nach oben begrenzt durch eine Atmosphäre, die zu kalt bleibt, nach unten durch das schmelzende Eis. Wenn der Schnee entfernt ist und das unterirdische Eis aufzuthauen anfängt, so wird die Vegetation um so früher beginnen können, je weniger tief ein Gewächs seine Wurzeln in den Boden senkt. Man hat beobachtet, dass, sobald dieselben bei ihrem Wachsthum nach abwärts auf das Eis treffen, sie anfangen sich wagrecht zu biegen. Baer²⁰⁾ beschreibt die arktische Varietät von einer Valeriana (*V. capitata*), welche durch im Boden kriechende Stammorgane sich von dem Typus unterscheidet, der in solchen Gegenden Russlands wächst, wo kein unterirdisches Eis vorhanden ist. Allgemein, bemerkt er, komme der arktischen Vegetation die Tendenz zu, die unterirdischen Organe in horizontaler Richtung zu entwickeln. An Masse übertreffen diese die Luftorgane ausserordentlich. Den im Erdboden verborgenen Stamm einer Weide (*Salix lanata*) sah er in Nowaja Semlja 10 bis 12 Fuss weit hinkriechen, ohne das Ende zu erreichen, wogegen kein einziges der auf dieser Insel einheimischen Gewächse, selbst Gräser und Sträucher nicht, über eine Spanne hoch sich in die Luft erheben, viele nur 2 bis 3 Zoll gross werden und eine Grösse von 6 Zoll schon sehr selten ist. Solche Organe nehmen daher um so leichter die Temperatur der obersten Bodenschicht an und bleiben vor der kalten Luft, in der sie doch leben sollen, bewahrt. Denn fast alle arktischen Pflanzen perenniren durch unterirdische Stämme; einjährige Gewächse, die im Winter nur den Samen übrig lassen, fehlen fast ganz. Von allen Körpern, die mit dem Organismus in Berührung kommen und ihm ihre Temperatur mittheilen, wird eben die Bodenschicht, in welcher er wurzelt, von den Sonnenstrahlen am stärksten erwärmt.

Die auf das Aeusserste getriebene Benutzung der gespendeten Sommerwärme und der Schutz gegen die Kälte sind so sehr die überwiegenden Momente unter den Lebensbedingungen der arktischen Flora, dass alle übrigen, Feuchtigkeit, bereite Nahrungsstoffe, angemessene physische Beschaffenheit des Erdreichs dagegen kaum in Betracht kommen. Nirgends fehlt es an Wasser, wo die Sonne

beständig die Vorräthe des Winters zu schmelzen hat und die raschen Sprünge der Luftwärme den Niederschlag befördern. Durch die übermässige Ansammlung der Feuchtigkeit wird ihr Gefälle behindert, so dass die höhere Erwärmung des geneigten Bodens mit dessen angemessener Bewässerung zusammenfällt. Wie in dem Waldgebiet, sind übrigens auch in der arktischen Zone die atmosphärischen Niederschläge, Schnee oder Regen, über das ganze Jahr vertheilt.

Wie die Tageslänge auf die arktische Vegetation wirke, ist physiologisch noch wenig aufgeklärt. Beschleunigen kann sie das Wachsthum nicht, da der Eintritt der Entwicklungsphasen von der Steigerung der Temperatur abhängt und die geringe Wärme dieselben südlicheren Gegenden gegenüber verzögern muss. Baer säete Kressesamen auf Nowaja Semlja aus und sah die Pflanzen sich dreimal so langsam, wie in Petersburg, entwickeln²⁰⁾. Allein da das vegetative Leben auf dem steten Wechsel zwischen der beleuchteten, die Aufnahme von Nahrungsstoffen aus der Luft bewirkenden Tagesarbeit und den nächtlichen Ausscheidungen von Gasen beruht, so bleibt es unaufgeklärt, wie das veränderte Mass dieser Zeiträume auf die Organisation einwirke. Es dürfen besondere Einrichtungen vorausgesetzt werden, wodurch die arktischen Pflanzen von der veränderlichen Tageslänge unabhängiger sind, als die Vegetation in anderen Klimaten.

Wollte man versuchen, das Gebiet der arktischen Flora nach den entscheidenden klimatischen Momenten geographisch einzutheilen, also nach der Dauer der Vegetationszeit und nach der Lage von Schnee und Eis im Sommer, wodurch die Wärme der Pflanzen während dieser Periode bestimmt wird, so würde man wegen des lokalen Charakters solcher Einwirkungen nicht sowohl grössere Räume, als die einzelnen Vegetationsformationen zu unterscheiden haben. Hier sind die topographischen Gegensätze das Massgebende, nicht die klimatischen. Auch die Exposition und die ungleiche Erwärmungsfähigkeit der Bodenbestandtheile, Bedingungen, welche die Temperatur, die den Pflanzen zu Gebote steht, und dadurch zugleich die Dauer der Vegetationszeit mächtig beeinflussen, sind örtliche Erscheinungen, durch welche die Formationen sich von einander absondern. Indessen ist der physische Charakter des unorganischen Substrats, worin die Vegetation warzelt, doch auf grossen, geographischen Räumen so überein-

stimmend, dass ganze Erdtheile oder Inseln einen gemeinsamen Charakter der Flora nicht verkennen lassen. Da das anstehende Gestein am stärksten erwärmungsfähig ist und dieses in der Polarzone des amerikanischen Kontinents von lockeren Erdkrumen wenig bedeckt wird, so fehlen hier die Moostundren, die auf dem Festlande von Asien und Europa vorherrschen, wo das in der Glacialzeit durch die Ablagerung aus den Flüssen erweiterte Tiefland die Küste des Eis-meers bildet. Je dürrtiger die Vegetation ist, desto weniger Humus wird erzeugt, und daher sind die felsigen Inseln Nowaja Semlja und Spitzbergen im Nachtheil gegen Grönland und Island, wo die Vegetationszeit am längsten dauert und daher die arktische Flora verhältnissmässig am reichsten entwickelt ist.

Im grössten Theile seines Umfangs würde das Gebiet der arktischen Flora den menschlichen Ansiedelungen fast ganz verschlossen bleiben, wenn nicht die Erzeugnisse des Meers den Unterhalt gewährleisteten und die Wanderungen der Samojeden im alten, der Eskimos im neuen Kontinent veranlasst hätten. Die abgelegeneren Inseln, namentlich Spitzbergen, Nowaja Semlja, Neusibirien und das weitläufige Tiefland des Archipels im arktischen Amerika, sind indessen ganz unbewohnt geblieben, gleich den Tundren im Inneren des Festlandes. Aber jene hochnordischen Inseln haben denen, die sie besuchten, doch keineswegs den Eindruck der Oede und Verlassenheit zurückgelassen, wie die einförmige Tundra, wo die unorganische Natur keinen Wechsel der Gestaltung bietet und das organische Leben dem unterirdischen Eise beinahe zu erliegen scheint. Von Nowaja Semlja entwirft Baer ein Bild, welches den Reiz des einsamen Polarlandes anziehend genug erscheinen lässt. Noch in späten Jahren, bemerkt er²¹⁾, gehöre die Erinnerung an den grossartigen Anblick dunkler Gebirge mit mächtigen Schneemassen und an den Gegensatz farbenreicher Blumen der Ufersäume zu den lebhaftesten Bildern seines Gedächtnisses, zu den schönsten, möchte er sagen, der Eindruck feierlicher Stille, die auf dem Lande herrscht, wenn die Luft ruht und die Sonne heiter scheint, sei es am Mittage oder um Mitternacht, und die weder durch ein schwirrendes Insekt noch durch die Bewegung eines Grashalms oder Gesträuchs unterbrochen wird.

Dem Ackerbau unzugänglich, da die Vegetationszeit für die Cerealien zu kurz ist, hat der Boden der arktischen Flora für die

nomadisirenden Völkerschaften, die ihn im Sommer mit ihren Heerden aufsuchen, doch nur eine untergeordnete Bedeutung. Die Formation der mit Stauden und geringem Graswuchs bewachsenen Matten ist die einzige, die wenige Wochen hindurch einen Weidegrund gewährt. Es ziehen daher nur einzelne Familien von Samojeden an den Flüssen aus dem Waldgebiete Sibiriens in das nördliche Taimyrland, deren jährliche Wanderungen mit denen der Sennwirth in den alpinen Gebirgen zu vergleichen sind. Auch da, wo der Sommer der arktischen Flora am längsten dauert, lässt das Klima nicht einmal den Anbau der Gerste zu. Selbst der Isländer muss sich mit Viehzucht und mit dem, was das Meer ihm bietet, begnügen: kaum, dass er einiges Gemüse sich verschaffen kann. Und doch hat der Sommer in Reikiavik dieselbe Mittelwärme²²⁾, wie zu Alten in Lappland, am Kaafjord, dessen Ufer noch innerhalb der Zone der Sommercerealien liegt. Martins²³⁾ leitet die Erscheinung, dass im südlichen Island der Ackerbau nicht mehr betrieben werden kann, von der Feuchtigkeit und Kälte des Vor- und Nachsommers ab: die Gerste faule gleichsam auf dem Halme, ohne den Samen zu reifen, und neben dem klaren Himmel komme in Alten auch die etwas höhere Augustwärme in Betracht, die in Island den erforderlichen Grenzwert nicht zu erreichen scheint.

In Europa haben Ackerbau und Baumwuchs eine übereinstimmende Polargrenze. Aber hier ist durch Heer's Untersuchungen über die Tertiärflora der arktischen Zone²⁴⁾ eins der dunkelsten Probleme entstanden, in welchem sich die Geographie der heutigen Pflanzen mit der Geologie berührt. Man wusste schon lange, dass in dem Surturbrand Islands, einer Ablagerung von fossilen Hölzern, die dem rheinischen Miocen entspricht, die so ausgezeichnet gestalteten Blattabdrücke des Tulpenbaums (*Liriodendron*) vorkommen, einer Magnoliaceenform, die jetzt in den vereinigten Staaten einheimisch ist und sich bis zum südlichen Kanada verbreitet. Die Braunkohlen aus den verschiedensten Meridianen zwischen dem Mackenzie in Nordamerika und Spitzbergen, von Banksland und Grönland, haben nun ergeben, dass zu der Zeit, als dieselben gebildet wurden, die Wälder sich durch einen grossen Theil der arktischen Flora erstreckten, eine Linde sogar noch an der Kingsbai in Spitzbergen (78°) gedeihen konnte. Im Allgemeinen sind die Schlüsse

auf das Klima früherer geologischer Perioden, welche man aus der Vergleichung der fossilen Pflanzen mit denen der Gegenwart gezogen hat, wenig befriedigend. Denn, wie zum Beispiel das Vorkommen einer Kiefer auf der Insel Sumatra beweist, hat man in den meisten Fällen keinen hinreichenden Grund, aus der Aehnlichkeit der Organisation auf übereinstimmende klimatische Bedingungen zu schliessen: jede Pflanzenart hat ihre bestimmte klimatische Sphäre, aber nicht in demselben Masse die Gattungen und Familien. Jener Tulpenbaum Islands, den die Palaeontologen als eine besondere Art von dem nordamerikanischen unterscheiden wollen, konnte möglicher Weise auch klimatisch sich eigenthümlich verhalten. Aber dieser Einwurf trifft die Verbreitung der arktischen Wälder in der Tertiärzeit nicht: denn das Baumleben als solches ist an eine längere Dauer der Entwicklungszeit und an höhere Wärmegrade gebunden, als sie das heutige arktische Klima gewährt, und dieses ist eine Folge kosmischer Bedingungen, eine Wirkung vom Stande der Sonne gegen die Erdkugel. Dazu kommt, dass unter den zahlreichen Bäumen²⁴⁾, die jene Wälder bildeten, nicht bloss die Formen und Gattungen grösstentheils mit denen Nordamerikas identisch sind, sondern auch einige nicht einmal der Art nach von ihnen sicher unterschieden werden können (namentlich *Sequoia sempervirens* und *Taxodium distichum*). Hier hat also entschieden eine wesentliche Aenderung des Klimas stattgefunden, die nach Heer's Vergleichung des grönländischen Tertiärwaldes (70°) mit den heutigen Wäldern am Genfer See einem Breitenunterschiede von wenigstens 23°, bei den Linden von 15° entsprechen würde. Aber Grönland hat auch vegetabilische Ueberreste aus der Periode der Kreide geliefert, die mit denen aus Deutschland auffallend übereinstimmen. Das sicherste Ergebniss der Forschungen über die fossile Flora besteht nicht allein darin, dass die Wärme des Polargebiets seit der Tertiärzeit abgenommen hat, sondern es ergibt sich zugleich eine um so grössere Unabhängigkeit des Klimas von der geographischen Breite, je mehr man zu älteren Perioden zurückgeht. In der Zeit der Steinkohlenbildung scheint das Klima überall fast dasselbe gewesen zu sein: so sehr stimmen die Arten von Farnen, welche diese Kohle zurückliessen, in verschiedenen Breiten überein. In der miocenischen Periode hatte Mitteleuropa nach Massgabe der fossilen Flora ein viel wärmeres

Klima, als die arktische Zone, wogegen unter den Tropen, in Ostindien, das Klima damals ähnlich gewesen zu sein scheint, wie jetzt. Die Erde kühlte sich allmählig in der Richtung vom Pol zum Aequator ab, nachdem sie ursprünglich überall gleich warm gewesen war. Am nächsten liegt, diese Erscheinungen von der fortschreitenden Ausstrahlung der eigenen Erdwärme und von der Erweiterung des Festlandes abzuleiten. Das Meer konnte in den ältesten Perioden so sehr überwiegen, dass, indem ein viel grösserer Antheil des Wasservorraths verdunstete und die Atmosphäre erfüllte, die Sonnenstrahlen auf den von Nebeln verhüllten Planeten wenig wirken konnten und die Eigenwärme desselben daher ein gleichmässiges Klima hervorrief. Je mehr sich die Wassercirculation mässigte, je mehr fester Boden der Sonne entgegentrat, desto entschiedener bildeten sich die klimatischen Gegensätze aus, die von der Stellung der Sonne zur Erde abhängen. Allein zur Zeit, als die arktischen Tertiärwälder bestanden, hatten die Polarländer schon wesentlich denselben Umriss, wie gegenwärtig, da die Ueberreste sich an so verschiedenen und entlegenen Orten gefunden haben. Wie konnten diese Landschaften so viel wärmer sein, wenn die Sonnenstrahlen als unveränderlich warm gelten? musste nicht die Eigenwärme der Erde selbst noch so viel höher gewesen sein? Heer hat dies geläugnet, vielleicht aber die Widerlegung nicht gehörig begründet, wenn er sagt²⁵⁾, dass in diesem Fall den früheren Perioden vor der Tertiärzeit eine so hohe Temperatur zuzuschreiben sei, dass kein organisches Leben möglich gewesen wäre: denn wir kennen weder die Länge der Zeiträume, noch den Gang der Abnahme der Eigenwärme. Er sucht die Erscheinung aus ungleichmässigen Temperaturen des Weltraums zu erklären, ebenso gut hätte er eine Abnahme der erwärmenden Kraft der Sonne annehmen können. Durch solche Vorstellungen aber ist die im Verlauf der geologischen Perioden fortschreitende Steigerung der klimatischen Unterschiede nach der Polhöhe nicht erklärt. Saporta²⁴⁾ erblickt in der abnehmenden Schiefe der Ekliptik den Grund von der Abkühlung der Polarländer. Wie, wenn die Sonne am Aequator verharrte, der Gegensatz der Jahreszeiten aufgehoben würde, so würden, wenn die Schiefe ihrer Bahn gesteigert gedacht wird, die hohen Breiten hinreichende Sommerwärme, mit um ebenso viel grösserer Winterkälte wechselnd, empfangen, um ähnliche Er-

scheinungen hervorzurufen, wie wir sie jetzt in den Wäldern von Jakutsk, auf dem Winterkältepol Sibiriens, vor Augen haben. Allein dies hiesse voraussetzen, dass die astronomische Theorie von der säkularen Aenderung der Schiefe der Ekliptik mit einem wesentlichen Fehler behaftet wäre, da sie dieselbe als periodisch und in weit engeren Grenzen eingeschlossen darstellt, als ein so bedeutender Wechsel des arktischen Klimas fordert.

Der Nachweis, dass in der Tertiärzeit das arktische Gebiet von Wäldern bedeckt war, ist für die Beurtheilung der heutigen Flora von mehrfachem Interesse. Je grösser die Aenderungen des Klimas sein mussten, die in den Polarländern stattgefunden haben, desto unermesslicher erscheinen die Zeiträume, die seitdem verflossen sind. Haben sich demohngeachtet einzelne Bäume, wie die amerikanische Ceder (*Taxodium*) auf der Erde erhalten, und kann dies aus fragmentarischen Ueberresten wirklich nachgewiesen werden? Ist es der Fall, so verliessen sie, ohne ihre Organisation zu ändern, den räumlich geänderten Lebensbedingungen ausweichend, ihren ursprünglichen Wohnort und suchten, nach Süden wandernd, ein Klima auf, das ihnen gemäss war. Dagegen zeigt sich keine Spur eines genetischen Zusammenhangs zwischen jenen arktischen Waldbäumen und denjenigen Pflanzen, die gegenwärtig die Polargegenden bewohnen, wie die Anhänger des Darwinismus zu erwarten hätten. Die arktische Flora ist ein Ausdruck des Klimas, wie es jetzt besteht, und je weniger dasselbe geeignet ist, den Ansprüchen der organischen Natur zu dienen, desto zweckmässiger waltend müssen wir uns die Kräfte vorstellen, welche das Leben der organischen Erzeugnisse einem solchen Klima anpassten.

Vegetationsformen. Die geringe Grösse aller Erzeugnisse der arktischen Flora, deren physiologische Bedeutung bereits erörtert wurde, bietet zugleich einen Massstab für die Unterscheidung der Pflanzenformen. Von der nach Bruchtheilen eines Zolles zu messenden Kleinheit der Nadelrosette des *Polytrichum*-Moses erheben sie sich bis zu ansehnlichen Stauden und Gräsern, die an Höhe des Wuchses in einzelnen Fällen die Zwerggesträuche übertreffen. Indessen fehlen die grösseren Formen in den meisten Gegenden ganz. Was von der durchschnittlichen Grösse der Pflanzen auf Nowaja Semlja angeführt wurde, passt nicht minder auf das Festland des

arktischen Sibiriens und Nordamerikas, oder das Wachstum wird doch nur selten zu einer höheren Energie gesteigert. Im Taimyrlande fand Middendorff¹²⁾ die mittlere Wuchshöhe der Pflanzen ungefähr 5 Zoll: etwa der dritte Theil der Stauden schwankte zwischen 6 und 14 Zoll, die höchsten Zwergsträucher erreichten nur 6 Zoll, selbst die Zwergbirke bleibt hier so klein. Denn auch diejenigen Pflanzen, welche sich von der arktischen Zone bis zu uns verbreiten, verlieren dort stets bedeutend an Grösse. Im arktischen Amerika ragen nach Richardson⁵⁾ die verkürzten Zweige der an den Boden gestreckten Zwergsträucher kaum aus dem Teppich der Erdlichen hervor, und auf solche Pygmaengestaltung zurückgeführt finde ich sie auch in der grönländischen Pflanzensammlung Vahl's.

Wenn man die Schilderungen vergleicht, welche Baer von den Uferlandschaften des weissen Meers entwarf²⁶⁾, wo sich die arktische und lappländisch-skandinavische Vegetation berühren, so ist es der Unterschied in der Grösse der Pflanzen, wodurch die Physiognomie der Natur innerhalb und ausserhalb der Waldgrenze plötzlich und in auffallendster Weise geändert erscheint. An der Ostküste (65°) prangten Paeonien, die eine Höhe von mehr als 4 Fuss erreichten, nebst Aconiten von noch höherem Wuchs, und gegenüber, auf der Halbinsel Kola (66°), traf der Reisende sogleich die Lichenentundra, die Abhänge zum Meer trugen nur noch Weidengebüsch und Stauden von geringer Grösse: was von gemeinsamen Pflanzen übrig blieb, »hatte sich auffallend verkürzt«. Diese Gegensätze rücken im Grenzgebiete zuweilen hart an einander, je nachdem die Bodenwärme steigt oder sinkt oder das unterirdische Eis sich ausdehnt. Am Fluss Ponoï (67°), an der Ostküste von Kola, war das der Mittagssonne ausgesetzte, hohe Ufer bewaldet, »man hätte den Abhang für livländisch halten können, wenn die Birken ihren vollen Wuchs gehabt hätten«, hier war die oberste Bodenschicht über 10° erwärmt: gegenüber lagen ausgedehnte Schneemassen, der Boden hatte in Folge eines Regens doch 5° Wärme erlangt, aber der Abhang erzeugte nur ein ganz niedriges Gesträuch mit alpinen Stauden.

Die alpinen Regionen der europäischen Gebirge unterscheiden sich von der arktischen Flora ebenfalls dadurch, dass sie neben Pflanzen von niedrigem Wuchs auch Gewächse von sehr ansehnlicher Grösse zulassen. Da aber die Kleinheit des Stengels nur eine Folge

der kurzen Vegetationszeit ist, so kann, wo sich diese einigermaßen verlängert, auch das Durchschnittsmass der arktischen Vegetation bis zu einem gewissen Grade überschritten werden. An der Seeküste des arktischen Amerikas fand Richardson⁵⁾ Wiesen in geschützter Lage, deren Gräser (*Calamagrostis*, *Elymus*) eine bedeutende Grösse erreichen, wenn sie auch nicht so üppig wachsen, wie in einigen Gegenden Lapplands. Scoresby⁸⁾ verglich sogar die Vegetation von Jameson's Land (70°) an der Ostküste Grönlands, wo der Graswuchs einen Fuss Höhe erreichte, stellenweise mit den besten Wiesen Englands.

Die Laubmoose enthalten unter allen in der arktischen Flora physiognomisch hervortretenden Gewächsen die kleinsten Formen. Wenn in unsern Wäldern unter den Temperaturschwankungen des Winters der Boden sich stellenweise von Schnee entblösst, sieht man sofort die Moose und Lichenen lebhaft vegetiren, obgleich die Bodentemperatur noch auf dem Gefrierpunkte verharrt, weil das Aufthauen in den nächsten Umgebungen fort dauert. Solche kryptogamische Gewächse entwickeln sich also bei einer Temperatur, bei welcher das vegetative Leben übrigens aus dem Winterschlaf noch nicht erwachen kann. Sie saugen die Feuchtigkeit mit ihrer ganzen Oberfläche ein, nicht bloss durch die Wurzeln, wie die Gefässpflanzen. Es giebt nur wenige höher organisirte Gewächse, die sich ebenfalls in der unmittelbaren Nähe schmelzenden Eises zu entwickeln vermögen, wie die Soldanellen, die am Saume der Alpengletscher zu blühen pflegen. Zuweilen durchbricht ihr Blütenstiel eine dünne Schneedecke, während dieselbe zugleich in nächster Nähe der Blume aufthaut, was wohl nur durch Wärme, welche das Gewächs selbst erzeugt, zu erklären ist. In anderen Fällen bemerkt man, dass die blühenden Soldanellen in kleine, den Boden entblössende Gruben von Schnee eingesenkt erscheinen, eine ähnliche Erscheinung, wie die, dass Steine von geringer Grösse in das Gletschereis einsinken, weil die Sonne sie stärker erwärmt, als das Eis selbst. Es fehlen indessen Beobachtungen über die Temperatur, welche solche Gewächse annehmen, und es ist wahrscheinlich, dass dieselbe, sei sie nun durch Insolation oder durch Eigenwärme erzeugt, etwas höher steht, als die des schmelzenden Eises. Eine Messung der niedrigsten Bodentemperatur, bei welcher sich zwei arktische Stauden entwickelten, hat Baer mitgetheilt²⁷⁾: dieselbe betrug nur 1° über dem Frostpunkt.

Es ist gewiss, dass jeder Pflanze ein bestimmtes geringstes Mass von Wärme zukommt, bei dem sie zu vegetiren anfängt, und so gering die Ansprüche der arktischen Flora in dieser Beziehung sein mögen, so sind sie doch bei den einzelnen Organisationen nicht dieselben. Vielleicht können diese Temperaturen nur bei den Zellenpflanzen auf den tiefsten Werth sinken, bei welchem eine Saftbewegung möglich ist, auf den des schmelzenden Eises, jedenfalls aber hat ihre klimatische Sphäre einen weit grösseren Umfang, als bei den Gefässpflanzen. Denn hierauf beruht es, dass viele Arten von Zellenpflanzen durch die verschiedensten Klimate der Erde verbreitet sind. Nur wenige von den arktischen Phanerogamen kommen diesen kryptogamischen Gewächsen nahe und sind daher fähig, in ihrer Gemeinschaft die Tundren zu bewohnen. Wenn das unterirdische Eis nur bis zu einer geringen Tiefe aufthaut und das Wasser keinen hinreichenden Abfluss hat, muss, wie bemerkt, die Bodentemperatur den ganzen Sommer hindurch auf dem Gefrierpunkte stehen bleiben, weil die Wärme der Sonnenstrahlen durch die fortschreitende Schmelzung vollständig verbraucht wird. Dies sind daher die Bedingungen, unter denen auf der Tundra fast nur Zellenpflanzen übrig bleiben und die Formen der Laubmoose und Lichenen sich des Bodens fast ausschliesslich bemächtigen. Unabhängig von der Dauer der Vegetationszeit, wachsen ihre Organe fort, so oft Wärme und Feuchtigkeit es gestatten. Auf der ganzen Erde bei den verschiedensten Temperaturen vegetirend, haben sie hier das Vorrecht, selbständige Formationen von grösstem geographischem Umfange zu erzeugen, weil die übrigen Gewächse ihnen nicht folgen können.

Die Form der Laubmoose, die sich von der der Erdlichenen durch ihre grüne Farbe unterscheidet, herrscht auf dem Festlande des arktischen Sibiriens, von wo sie über den Ural in das Samojedenland eintritt, ohne in der alpinen Region Lapplands und Norwegens in gleichem Umfange entwickelt zu sein. Dem geneigten Boden der Gebirgsabhänge entspricht das Feuchtigkeitsbedürfniss der Tundra-moose nicht, welches das flache Tiefland aus den Vorräthen des unterirdischen Eises befriedigt. Der Schnee schmilzt auf der Moosdecke zwar schon zu Anfang des Sommers, aber anderthalb Monate später, an einem der wärmsten Tage des Jahrs (2. August), fand Middendorff⁴⁾ im Taimyrlande da, wo das Moos den Boden beschat-

tete, denselben noch in 2 Zoll Tiefe gefroren. Im europäischen Samojedenlande beobachtete Schrenk ⁴⁾, dass die Tundra im Sommer eine Spanne, höchstens einen Fuss tief aufthau. Von diesen Unterschieden ist die Wassermenge der oberflächlichen Bodenschicht abhängig, in welche die Moose mit ihren schwachen Wurzeln so wenig eindringen. Zwei verschiedene Grade der Feuchtigkeit werden dadurch angedeutet, dass die beiden herrschenden Gattungen von Laubmoosen mit einander abwechseln (*Polytrichum* und *Sphagnum*). Das *Polytrichum*-Moos, mit seinem kurzen, einfachen Stengel, seinen gedrängten, bräunlich grünen Blattnadeln dem unentwickelten Triebe eines Nadelholzes vergleichbar, bildet die unermessliche Tundra des arktischen Sibiriens, wo der Boden verhältnissmässig weniger Feuchtigkeit darbietet. Das *Sphagnum*-Moos verwandelt ihn, wie in niedrigeren Breiten, in ein Torfmoor, in einen Morast von grösserer Feuchtigkeit, aber doch nur geringer Tiefe, weil das Eis immer noch so nahe unter der Oberfläche liegt. Zu der Feuchtigkeit aber trägt dieses Moos selbst durch seine Organisation bei, weil es ein besonderes Gewebe von geöffneten Zellen und dadurch die Fähigkeit besitzt, das Wasser kräftiger, als die gewöhnlichen Laubmoose, aufzusaugen und zurückzuhalten. Von Feuchtigkeit getränkt, nimmt es eine lebhafter grüne Farbe an, im trockenen Zustande wird es weisslich gelb, und durch den Wechsel mit diesen matten Tinten und dem bräunlichen Schimmer des *Polytrichum* spricht sich die geringe Energie des auf der Tundra gleichsam ersterbenden vegetativen Lebens aus.

Wenn die Form der geselligen Laubmoose einen lockeren, mit Feuchtigkeit gesättigten Boden voraussetzt, so sind die Erdlichenen da in grossen Massen vereinigt, wo anstehendes Gestein der Oberfläche nahe liegt und diese leichter abtrocknet. Man unterscheidet daher die nasse Tundra, die von Moosen, und die trockene, die von Lichenen bekleidet ist. Wahlenberg sagt von der Lichenenregion in Lappland, dass sie sich in der Sonne bedeutend erhitzen könne. Die Moose halten die kalte Feuchtigkeit zurück, die sie so begierig aufsaugen, die Lichenen können Nässe und Trockenheit gleichmässig ertragen und sind, je nachdem ihr Gewebe im dürrn Zustande von der Sonne getroffen, im befeuchteten durch die Nähe des unterirdischen Eises oder des Schnees erkältet wird, beständig den äussersten

Temperaturschwankungen ausgesetzt, die hier möglich sind. Die Lichenentundra ist im arktischen Amerika vorherrschend, und dieselbe Vegetation kehrt auf den alpinen Fjelden Skandinaviens in der Nachbarschaft der Schneelinie wieder. In beiden Fällen vegetiren diese Erdlichenen auf dem sandigen Verwitterungsprodukt granitischer Felsmassen: wahrscheinlich ist für ihr Gedeihen auch mehr mineralischer Nahrungsstoff erforderlich, als die Moose bedürfen, wie das festere Gewebe und die Menge der Aschenbestandtheile andeutet. Die herrschenden Arten von Erdlichenen gehören zu drei Gattungen (*Cetraria*, *Cladonia*, *Evernia*): nach ihrer mannigfachen, aber matten Färbung, ihrem aufrechten, oft reichlich verzweigten Wachsthum, ihrer Grösse, die ein bis zwei Zoll zu erreichen pflegt, ist ihr Gesamtbild mit keiner anderen Pflanzenform zu vergleichen. Die häufigsten Farben sind Braun bis in's Schwarze, Grau oder Gelblichweiss, der Boden zeigt diese Färbungen schon aus der Ferne. Nach der Art der Verzweigungen sind mehrere Bildungen²⁸⁾ zu unterscheiden, die den physiognomischen Charakter ihrer Standorte bestimmen: die Form der Rennthierflechten, aus vielfach verästelten, starren Fäden gebildet, die an ihren sparrigen Enden sich verschlingen, die der Cladonien, einfacher und derber gebaut, und die der isländischen Flechten, die in blattartig erweiterte, am Rande der Fläche leicht gekräuselte Zweige auslaufen.

Die Grasformen der arktischen Flora gehören theils zu den rasenbildenden Wiesengräsern, theils zu den Cyperaceen, die durch die fehlende Anschwellung an den Knoten des Halms sich von jenen unterscheiden. Beide Formen bewegen sich in demselben Bildungskreise der Organisation, wie in den Waldgebieten der gemässigten Zone, die erstere am fliessenden, die letztere an dem gestauten Wasser des Sumpfbodens vorzugsweise entwickelt. Unter den Gefässpflanzen übertreffen diejenigen, welche an das Wasser oder überhaupt an feuchte Standorte gebunden sind, die übrigen bedeutend an Grösse ihres Wohngebiets. Während einerseits der Austausch über weite Landstrecken durch die Wanderungen der Wasser- und Sumpfvögel erleichtert wird, die ihren Samen mit sich führen, ist die engere Temperatursphäre des Wassers nicht minder geeignet, den Umfang ihrer Lebensbedingungen über einen grösseren Raum auszudehnen. Denn die Sonne erwärmt das Wasser und den feuchten Boden nicht

bloss deswegen langsamer, weil die Strahlen auf die trockenen Erdkrumen stärker wirken, sondern auch, weil sie die Verdunstung beschleunigen, die zur Bildung des Wasserdampfs einen grossen Theil der empfangenen Wärme verbraucht. Die Wiesengräser der arktischen Flora sind daher meist europäische Arten, sie gehören zur Familie der Gramineen, denen sich mehrere Junceen anreihen. Sie stimmen vorzugsweise mit denen überein, welche auch die alpine Region der Gebirge bewohnen, und bilden in der Regel einen kurzen Rasen. Unter den wenigen, die eigenthümlich sind, finden sich indessen einige Gattungen von besonderem Bau, die nur aus einzelnen Arten bestehen (solche sogenannte Monotypen sind *Dupontia* und *Pleuropogon*). Eins der kleinsten aller bekannten Gräser, welches man auch als eigene Gattung aufgefasst hat (*Phippisia*) hat sich aus der arktischen Flora bis zu den norwegischen Fjelden verbreitet.

Ganz anders verhalten sich die Cyperaceen der arktischen Flora. In ihren Formen zwar ebenfalls mit denen des Waldgebiets völlig übereinstimmend, entwickeln sie sich in der Gattung der Seggen (*Carex*) zu einer Mannigfaltigkeit von Arten, dass beinahe der zehnte Theil aller arktischen Gefässpflanzen aus ihnen besteht. Die meisten derselben bewohnen zugleich die alpine Region Skandi-naviens, und man darf daher annehmen, dass sie durch die Kürze ihrer Vegetationszeit verbunden sind. Ueberhaupt hat der Sumpfboden insofern eine besondere klimatische Stellung, als das gestaute Wasser im Frühlinge länger das Eis bewahrt, als das fließende, die Vegetation in den Morästen sich daher verspätet und in diesen Beziehungen den Bedingungen der arktischen und alpinen Flora ähnlicher ist. In verschiedenen Breiten gleicht sich desshalb bei aller Verschiedenheit der Bestandtheile das physiognomische Bild der mit Cyperaceen bewachsenen Flächen in hohem Grade aus. Schon aus der Ferne erkennt man diese Formation der Sümpfe an dem Wollgrase (*Eriophorum*), welches seine langbehaarten Fruchtköpfe aus dem Cyperaceenrasen hervorstreckt, nur dass die arktischen Arten dieser Gattung kleiner sind, und dass ihre Wolle nicht immer, wie in unsern Gegenden, weiss, sondern in mehreren Fällen röthlich oder bräunlich gefärbt ist.

Auf der Form der Stauden beruht der Schmuck und die Mannigfaltigkeit der arktischen Flora, wie in den alpinen Regionen der

Gebirge. Ihre Organe sind sämmtlich, aber in verschiedener Weise bei den einzelnen Bestandtheilen der Vegetation, dem Klima eigenthümlich angepasst, durch Kleinheit des Wuchses, durch die Entwicklung der Blätter, oder durch die überwiegende Ausbildung der unterirdischen, ausdauernden Stämme. Die Grösse der arktischen Stauden wird dadurch herabgedrückt, dass die Stengelglieder meist unentwickelt bleiben und die Blätter, die an der Grenze derselben dem Knoten eingefügt sind, daher rosettenförmig zusammenrücken. Die Entwicklung der Stengelglieder kann man als das Mittel betrachten, jedes Blatt mit einer möglichst grossen Luftsäule zu umgeben und dessen freie Beleuchtung zu befördern. Denn auf dem Lichte, welches den grünen Organen zu Theil wird, und auf der Luft, aus welcher sie ihre gasförmigen Nahrungsstoffe schöpfen, und mit der sie die Bestandtheile ihres Saftes austauschen, beruht die Thätigkeit der Blätter, die wichtigste des Pflanzenlebens für seine erste Aufgabe, für die Verwandlung der unorganischen in organische Nahrungsmittel. Der Vortheil reicherer Wechselwirkung mit der Luft und dem Lichte mag aufgegeben werden, wenn es schon schwierig ist, die Blätter überhaupt in entsprechendem Umfange hervorzu bringen und die Zeit für ihre Ausbildung zu gewinnen. Daher ist ein höherer Werth auf die rasche Ausbildung des Laubes, als auf die Streckung des Stengels gelegt. Auch bei den grössten Stauden, die einen Fuss und darüber erreichen, sieht man die untersten Blätter, die zum Wachsthum den Grund legen, dichter gedrängt, als diejenigen, die später nachfolgen (z. B. *Papaver nudicaule*, *Polemonium coeruleum* var. *pulchellum*).

Da ferner die Blätter desselben Stengeltriebes nach einander sich entwickeln und daher die Vegetationszeit vielleicht nicht genügen würde, die erforderliche Anzahl zu erzeugen, so dienen verschiedene Mittel dazu, dieser Einschränkung des Wachsthums entgegen zu wirken. Die einfachste Einrichtung besteht in der Bildung eines Rasens, indem der Stengel sich am Grunde in ein System von gleichwerthigen Zweigen auflöst, die sich gleichzeitig belauben und nun zur Bereitung der organischen Stoffe zusammenwirken (z. B. *Dryas*). Dabei folgen die unterirdischen Organe einem zweifachen Typus. Entweder sind sie sehr zart und fadenförmig, die ganze Arbeit der Ernährung ist dem Laube allein übertragen, und dann haftet das

Gewächs noch mehr an der wärmeren Oberfläche des Erdreichs (z. B. *Silene acaulis*, *Saxifraga oppositifolia*), oder sie bilden, indem sie tiefer in den kalten Boden eindringen, einen geräumigen Speicher für abgelagerte Nährstoffe, aus dem die übrigen Gebilde sich rascher erneuern können (z. B. *Oxyria*). Ein anderes Mittel, eine sparsamere Verwendung der Blattfunktionen zu erreichen, besteht in der Dauer des Laubes, wenn es von derbem Gewebe sich mehrere Jahre immergrün und arbeitsfähig erhält (z. B. *Diapensia*). Dient die unveränderte Erhaltung der erstarrten Organe unter der Schneedecke dem Bedürfniss der überwinternden Thiere, so ist sie für das Gewächs selbst von nicht geringerer Bedeutung, wenn die Thätigkeit desselben Blatts, ebenso wie bei den Zellenpflanzen, sich im folgenden Sommer erneuern kann. Schwindet dann allmählig dieses Vermögen, so sterben die Blätter ab, ohne durch Gliederungen entfernt zu werden: der untere Theil der Laubrosette wird nach und nach braun, aber ehe derselbe vollends verwest ist, trägt er noch bei, wie ein Hüllorgan die versteckte Gipfelknospe zu schützen, aus welcher sich die neuen Organe gleichzeitig entwickeln. So bleibt zu jeder Zeit die Anzahl der thätigen Blätter die nämliche, und kein Tag geht der Vegetation durch Erneuerung der zur Ernährung nothwendigen Organe verloren. Endlich wird auch die Grösse der Blätter zu einem Hilfsmittel der Zeitbenutzung: um so kleiner sie sind, desto rascher treten sie leistungsfähig aus der Knospe hervor. Und je weniger organischer Nährstoff zum Auswachsen der Organe nöthig ist, in desto kürzerer Zeit kann das bereits thätige Laub ihn bereiten. Bei den meisten arktischen Pflanzen sind die Blätter in der That von geringer Grösse, und beschränkt sich die ganze Organisation auf das zur Erhaltung der Art Nothwendigste, so genügen ihrer wenige (z. B. *Draba*). Aber wenn die vom Laube aus ernährten Organe, namentlich um viele Jahre lang auszudauern, einen beträchtlichen Umfang erreichen oder von festerem Gewebe gebildet sind, und wenn die Grösse der Blumen mehr Nahrungsstoff erfordert, so geht dieser Vortheil in der vermehrten Anzahl der nöthigen Blätter verloren. Auf die kleinsten Flächen und doch eine verhältnissmässig geringe Anzahl von Blättern sehen wir eine der wenigen einjährigen Pflanzen beschränkt, die aber auch diese Kleinheit der Dimensionen in den übrigen vegetativen Organen, sowie in den Blüten, inne hält (*Koenigia*): hier

muss allein die Erhaltung der Keimkraft des Samens die Einschränkung des vegetativen Haushalts ersetzen.

So mannigfaltig äussert sich das Streben der organisirenden Naturkraft, selbst in einem doch nur so dürftig ausgestatteten Formenkreise durch Aenderungen des Bildungsplans und durch die Kombination der Leistungen, bald in einer Richtung, bald in einer anderen das eine Ziel verfolgend, das andere aufopfernd, den verschiedenen Aufgaben zu genügen, welche die physischen Schranken ihr auferlegen. Die Kleinheit der Blätter bringt übrigens auch den Nachtheil hervor, dass sie bei ihrer schliesslichen Verwesung zu der Humuserneuerung des Bodens wenig beisteuern können. Und gerade hierin unterscheidet sich die arktische Vegetation von der der alpinen Regionen, dass das Humusbedürfniss in den meisten Fällen geringer ist. Der Rasen wird bei den Stauden häufiger durch Verzweigungen über, als in der Erde gebildet, und eben die stärkere Ausbildung der unterirdischen Organe bei den Alpenpflanzen ist die Ursache, dass unter denselben weit höhere Stengel und grössere Organe vorkommen, deren Wurzeln sich in dem tieferen Humus ausbreiten. Sie haben nicht das unterirdische Eis zu fliehen, wie der Rasen der Polarländer, den man leicht vom Boden ablösen kann.

In vielen Fällen genügt indessen die Bildung der unterirdischen Organe mit ihren aufgespeicherten Nährstoffen zum Fortbestehen des individuellen Lebens, sowie die auf Theilung des Zusammenhangs zielende Absonderung ihrer Verzweigungen, die Erhaltung der Art durch vegetative Fortpflanzung zu verbürgen, auch wenn der Samen nicht zur Reife gelangt oder sogar die herbstlichen Schneefälle schon eintreten, noch ehe die Blüthen sich entwickelt haben. Doch legt die Natur auch hier einen hohen Werth darauf, neben der Fortpflanzung durch Knospen auch die durch den Samen sicher zu stellen. Möglichst früh treiben daher die Blüthen hervor und, wenn Baer durch frühzeitigen Schnee die Befruchtung vieler Pflanzen vereitelt sah, so konnte Middendorff im Taimyrlande dies nicht bestätigen, und als eine normale Erscheinung ist es jedenfalls nicht anzusehen.

Die Bildung der Blumen zeichnet sich sowohl in der arktischen Flora wie in den alpinen Regionen durch Farbenreichthum und oft auch im Verhältniss zu den übrigen Organen durch ihre Grösse aus. Middendorff⁴⁾ fand den mittleren Blüthendurchmesser der Taimyr-

pflanzen mehr als 5 Linien, bei mehreren Arten ein bis anderthalb Zoll, was bei der Kürze des Stengels um so mehr in die Augen fiel. Ueber die Kraft und Reinheit der Blütenfarben bei den alpinen Pflanzen hat man wohl die Vermuthung geäußert, dass dieselbe mit der stärkeren Beleuchtung an ihrem hochgelegenen Standorte in irgend einer Beziehung stehe, ohne dabei zu berücksichtigen, dass die nämliche Erscheinung sich in dem arktischen Tieflande wiederholt, wo die Einwirkung des Lichts sich gerade entgegengesetzt verhält²⁹). Es ist die Aufgabe, auch hier eine Akkommodation an die äusseren Lebensbedingungen nachzuweisen, und ich glaube, dass diese Zweckmässigkeit der Bildungen leichter als deren Ursache erkannt wird, wie dies bei der Organisation der Blüten gewöhnlich der Fall ist, wo die Natur die grösste Mannigfaltigkeit des Baus erstrebt und sie mit den einfachsten Mitteln, mit geringfügigen Abänderungen des Wachstums in diesem oder jenem Gewebtheile herbeiführt. Von der gefärbten Blumenkrone kennen wir keine andere Bestimmung, als dass sie den zur Befruchtung in den meisten Fällen nothwendigen Insekten zum Landungsplatz und zur Orientirung bei ihrem Fluge dient, auf dem sie von Blüthe zu Blüthe den an ihrem Körper haftenden Blütenstaub übertragen und am weiblichen Organ abstreifen, indem sie zum Behuf ihrer eigenen Ernährung die Honigdrüsen im innersten Theil der Blume aufsuchen. Seit Darwin's umfassenden Untersuchungen ist die Physiologie sich darüber klar geworden, von einer wie allgemeinen Bedeutung die unbewusste Hülfe ist, welche die geflügelten Insekten den Pflanzen zur Sicherung ihrer Fortpflanzung zu leisten haben, und wie dadurch die nachtheilige und verhältnissmässig wirkungslose Selbstbefruchtung in derselben Blüthe vermieden wird. In demselben Verhältniss nun, wie wegen der zunehmenden Dauer des Winters die Insekten selten werden und ihre Mitwirkung bei der Befruchtung der Pflanzen daher ungewisseren Zufällen unterliegt, sehen wir auch die Blumen grösser und ihre Färbung reicher werden. Oft bemerken wir auch, dass, wenn die übrigen Stengelglieder in der Blattrosette verkürzt sind, doch das oberste, welches die Blüthe trägt, sich entwickelt und diese daher weit aus dem niedrigen Rasen hervorstreckt. Den wenigen Individuen von Insekten, welche den arktischen und alpinen Gewächsen noch zu Gebote stehen, werden die Orte, wo sie ihre Nahrung

finden, durch solche Einrichtungen leichter kenntlich, und damit ist deren Zweck erreicht. Sie können das Ziel ihres Fluges, wo sie für sich und zugleich für die Blume eine Aufgabe zu erfüllen haben, nicht leicht verfehlen und rascher von einem Landungsplatz zum anderen gelangen. Hierbei kommt noch das allgemeinere Verhältniss in Betracht, dass die Blüthen an Grösse um so mehr abnehmen, je zahlreicher sie an derselben Pflanze vereinigt sind. Wenn bei den Blättern die Zahl mit der Grösse des einzelnen gleichen Schritt hält, so ist dies begreiflich, weil der Umfang ihrer chemischen Arbeit von der Masse der zusammenwirkenden Gewebtheile abhängt. Bei den Blüthen aber ist die Leistungsfähigkeit nicht durch ihre Grösse, am wenigsten durch die der Blumenkrone, sondern durch den Bau des weiblichen Organs bestimmt. Allein mit der wachsenden Anzahl der Blüthen vermehrt sich die Wahrscheinlichkeit, dass die Insekten sie auffinden, und wenn auch nur einzelne befruchtet werden, ist die Samenreife und Fortpflanzung gesichert.

Die Holzgewächse können in der arktischen Flora nur eine geringe Bedeutung haben, weil die Verholzung des Gewebes die zum Wachsthum erforderliche Bildungszeit verlängert. Middendorff fand nur 8 verschiedene Sträucher im Taimyrlande, die Mannigfaltigkeit ist geringer, als in den alpinen Regionen, die Höhe des Wuchses oft auf die kleinsten Dimensionen zurückgedrängt. Von den Sträuchern mit periodischer Belaubung sind hier die Weiden- und die Rhamnusform vertreten, von denen die erstere nicht immer an ihren schmaleren Blättern kenntlich, aber durch einen feuchteren Standort zu unterscheiden ist. Mit der Entfernung von der Baumgrenze werden diese Sträucher niedriger, und wenn der holzige Stamm sich wagemrecht ausstreckt und völlig im Boden verbirgt, können solche Holzgewächse selbst die äussersten Grade der Verkürzung der Vegetationszeit und die niedrigste Bodenwärme ertragen, so dass sie auch von der Tundra nicht ausgeschlossen sind, aus deren Lichenen und Moosen sie ihre Jahrestriebe kaum erheben. So durchlaufen namentlich die Weidensträucher, in ihren Arten wechselnd, eine allmählig abnehmende Reihe nach dem Umfang der Luftorgane, von den kräftigen Zweigen der uferbewohnenden Formen in der Nachbarschaft der Wälder (z. B. *Salix speciosa*) bis zu den eigentlichen Polarweiden (z. B. *S. polaris*). Von den Weiden auf Nowaja Semlja beschrieb

Baer²⁰⁾ drei Arten, unter denen die Triebe der grössten (*S. lanata*) eine Spanne hoch, einer anderen 4—5 Zoll aus dem Boden hervorragten, die kleinste aber (*S. polaris*) nur einen halben Zoll hoch wird und nur zwei Blätter mit einem einzigen Kätzchen entwickelt, aber doch gleich den übrigen eine Menge dieser in die Luft gestreckten Pflänzchen vermittelt eines weit verbreiteten, astreichen, unterirdisch kriechenden Stamms zu einer individuellen Einheit verbindet. Auch die Rhamnusform, die in der Nähe der Wälder noch stattliche Sträucher von Zwergbirken bildet, verkürzt sich an kälteren Standorten so sehr, dass Schrenk⁶⁾ die kleinblättrigen Vaccinien (*V. uliginosum*) im arktischen Russland oft nur einen Zoll hoch aus dem Boden hervorragten sah und dasselbe auch von der immergrünen Art dieses Geschlechts (*V. Vitis idaea*) anführt.

Die immergrünen Sträucher gehören theils zur Erikenform, deren Blätter nadelförmig gestaltet sind, theils entsprechen sie der Myrtenform, deren Laub ebenfalls klein, aber zu einer Fläche ausgebreitet ist. Für den Unterschied der arktischen von den alpinen Sträuchern ist es nämlich charakteristisch, dass die immergrünen Blätter in den Alpen eine bedeutendere Grösse erreichen und sich hiedurch der südlichen Oleanderform anschliessen: man erkennt dies bei der Vergleichen der Alpenrosen (*Rhododendron*), von denen grossblättrige Arten die Hochgebirge des Waldgebiets bewohnen (z. B. *Rh. ferrugineum*), während die einzige arktische Form (*Rh. lapponicum*) ein der Myrte ähnliches Laub besitzt. Aber auch in den Alpen selbst sind jene Sträucher auf ein tieferes Niveau angewiesen, als die Vaccinien, woraus sich in diesem Falle auf die Abhängigkeit der Blattgrösse von der Dauer der Vegetationszeit schliessen lässt. Die klimatische Bedeutung des immergrünen Laubes ist übrigens bei den Sträuchern ebenso wie bei den Stauden zu beurtheilen: die Zeit für die Verjüngung des Laubes wird erspart, und bei kleinen und doch wenig zahlreichen Blättern in höherem Grade, als bei der Oleanderform. Bei der Erikenform ist freilich eine grössere Anzahl von Blattnadeln erforderlich, und diese stehen dicht gedrängt (z. B. *Andromeda tetragona*), aber um so rascher können die einzelnen auswachsen.

Vegetationsformationen. Die Anordnung der Pflanzenformen zu den physiognomischen Abschnitten der Landschaft oder

den Formationen ihrer Vegetation hängt im Allgemeinen vom Boden, von seiner Mischung und Feuchtigkeit ab. Allein diese Einflüsse sind im arktischen Gebiete von geringerer Bedeutung, als die klimatischen der Bodenwärme und der Insolation. Da von diesen bereits gehandelt ist, so bleibt in Bezug auf die Formationen jetzt übrig zusammenzustellen, was in den Berichten der Reisenden für die Physiognomie der arktischen Landschaft als charakteristisch gelten kann.

Den grössten Theil der Oberfläche des Festlands nehmen in beiden Kontinenten die Tundren ein. Auf den grossen Inseln, denen es an wagerechter Oberfläche fehlt, finden sie sich nicht oder sind daselbst nur schwach angedeutet. Da sie nur zu einer so geringen Tiefe aufthauen, so ist es erklärlich, dass man sich auf den Tundren in jeder Richtung, selbst am Schluss der warmen Jahreszeit, mit Leichtigkeit im Rennthierschlitten bewegt, der über die Lichenen und Moose hingleitet und durch den niedrigen Wuchs der Sträucher und Stauden, die sie spärlich begleiten, wenig gehemmt wird. Auch »das weichste Moos« bildet »hier nie einen schwankend trügerischen Boden«⁶⁾; weil das Grundeis so dicht unter der Oberfläche liegt und mit der Erdkrume zu einer steinharten Masse verbunden ist. Es giebt im arktischen Sibirien auch grosse Flächen, wo nicht einmal mehr die kryptogamischen Gewächse gedeihen und das Erdreich völlig von Pflanzen entblösst ist, wüste Gegenden, die ebenfalls zu der Tundra gerechnet werden. Wahrscheinlich sind es Niederungen, die durch die Wölbungen des Tieflands beschattet werden, und wo das Eis bis an die Oberfläche selbst reicht. Ist dies der Fall, so sind sie den Thalbildungen auf den arktischen Inseln zu vergleichen, wo der Schnee auch im Niveau des Meers zusammenweht und dessen Masse zu gross wird, um aufzuthauen. Nach den Unebenheiten des Bodens, so geringfügig sie sein mögen, scheiden sich die nassen und trockenen Tundren oft schon auf engbegrenzten Räumlichkeiten. So fand Baer²⁶⁾ auf der Halbinsel Kola, dass die Lichenentundra zuweilen von Streifen der Moostundra wie von Adern durchzogen wurde: denn überall, bemerkt er, wo das Schneewasser abfließt und den Boden einreißt oder durchweicht, wechseln mit dem dürrn Boden der Lichenen die schwankenden Mooslager, wo man ausser einigen Seggen und der Moltebeere (*Rubus chamaemorus*) wenig andere Pflanzen erblicke. Die amerikanische Lichenentundra enthält

an Nebenbestandtheilen die Zwergsträucher⁵⁾. Wo aber das anstehende Gestein fehlt, hat der Wasserabfluss auch im Innern der Tundra einen günstigeren Einfluss. Je trockener der Erdboden im Taimyrlande wird, desto mehr verschwinden die Moose und die sie begleitenden Gewächse (hier eine Juncee und Wollgräser) werden häufiger, jedoch ohne den Boden vollständig zu bedecken: denn ihre Mannigfaltigkeit ist zu gering, weil die Früh- und Spätfröste die meisten Pflanzen von der ebenen und deshalb der Wärmestrahlung stärker unterworfenen Tundra verbannen. Von dem bräunlichen Moose, dem Polytrichum, sagt Middendorff⁴⁾, stechen die abgestorbenen gelben Grasspitzen wenig ab, und nur unrein, wie durch einen Flor, schimmert der grüne, sprossende Theil des Rasens hervor. Auf den unmerklich tieferen Stellen der Tundra, wo das fließende Frühjahrswasser seinen Weg nimmt, wo der fortwährende Wechsel desselben den Boden frühzeitiger und tiefer aufthaut, gewinnt das Gras und ein frischeres Grün die Oberhand, die Halme werden länger und stehen dichter, ein Rasen von 3 bis 4 Zoll Höhe verdrängt auf den Hümpeln, die er sich aufbaut, das Moos, das nur in den zwischenliegenden Gängen sich erhält. Dieser immerhin ärmliche Teppich ist hier und da auch mit Blumen verziert (z. B. *Dryas*, *Andromeda*), seltener wird er im Taimyrlande von Erdlichenen durchbrochen. Middendorff klärt hier einen scheinbaren Widerspruch zwischen seinen Beobachtungen und denen Baer's auf, der auf Nowaja Semlja gerade an solchen Stellen eine üppigere Vegetation bemerkte, die von dem Schneewasser, welches den Sommer hindurch von den Höhen herabfließt, nicht erreicht wurden. Die Wirkung des fließenden Wassers verhält sich nämlich im Frühjahr und Sommer entgegengesetzt. Anfangs tragen die Gewässer bei, den Boden über den Gefrierpunkt zu erwärmen und die Vegetation zu beleben, späterhin dagegen werden Bäche, welche Schneewasser führen, ihre Umgebungen verhindern, die höhere Temperatur anzunehmen, welche der dann gesteigerten Insolation entspräche. Daher entgegengesetzte Wirkungen im ebenen Taimyrlande, wo der rasch geschmolzene Schnee nur im Frühlinge die Tundra bewässert, und auf einer Gebirgsinsel, von deren Firnen und Gletschern den ganzen Sommer hindurch die Bäche mit Wasser gespeist werden, welches eisig kalt ist. Aber auch im Taimyrlande selbst, wo die Feuchtigkeit des Sommers vom unter-

irdischen Eise stammt, ist Moosvegetation die allgemeine Bekleidung der Tundra, und die Entwicklung von Stauden und Gesträuch findet nur da statt, wo der Abfluss des Wassers im Frühling den Erdboden zu grösserer Tiefe aufgethaut hat.

Die Lichenentundra ist für das Thierleben verhältnissmässig weit günstiger als die des Polytrichum. Die Lichenen selbst schon gewähren ihm Nährstoffe, was bei den Moosen nicht der Fall ist. Das arktische Amerika wird auch im Winter von Rennthierheerden, und sogar von dem Bisamstier bewohnt, der daselbst ausharrt, ohne die Wälder zu betreten⁵⁾. Ungeachtet seines grossen Nahrungsbedürfnisses hat er an den unter den Schnee verborgenen Ueberbleibseln der Vegetation sein Genügen. Da der Winter, bemerkt Richardson, ganz plötzlich eintrete, so werde dadurch der wichtige Zweck erreicht, die Säfte der Gräser und anderer Gewächse im Gewebe festzuhalten und zu erstarren, so dass sie bis zum kommenden Jahre ihre nährenden Eigenschaften, auch ihre Früchte und Samen bewahren, ohne dass die Organe herbsthlicher Fäulniss oder dem Verdorren im Winter preisgegeben sind. Die beerentragenden Zwergsträucher der Tundra, die Vaccinien und Empetrum, die hier im Ueberfluss zwischen den Erdlichenen wachsen, bieten ihre Früchte im Herbste dem Bären und den vorüberziehenden Polargänsen und erhalten sich später in völlig unverändertem Zustande unter dem Schnee, bis der Boden in den Sonnenstrahlen des Sommers trocken wird und nun sofort die neuen Blüthen sich entfalten.

Aus dem arktischen Sibirien ziehen sich die Säugethiere mit dem Sommer zurück und berühren auch dann die Polytrichum-Tundra nicht, wo sie keine wirkliche Grasnarbe finden. Hier suchen die Rennthiere die tiefer gelegenen Gründe am Ufer der Seen und Flüsse auf, die in Nordsibirien mit dem Namen Laidy bezeichnet werden. Eine solche Niederung begleitet den Taimyrfluss und wird daselbst im Frühlinge eine Zeit lang von den hochgeschwollenen Gewässern des Stromes überschwemmt. Wie auf überstauten Wiesen wird hier ein besserer Grasrasen gefördert, als auf der Höhe der Uferterrasse, gemischt mit dürrtigem Weidengestrüpp und verschiedenen Kräutern. Wenn aber der Boden nach dem Zurücktreten des Wassers sumpfig bleibt, fehlt auch hier das Moos nicht, die Gräser treten gegen die Cyperaceen zurück, und so bildet sich ein Uebergang zur Tundra, von

denen diese Weidegründe durch die schmale Zone der blumenreichen Matten getrennt werden, welche an den Abhängen und Abstürzen des Landes gegen den Strom sich hinzieht.

Die Formation der arktischen und alpinen Matten unterscheidet sich dadurch von den Wiesen und Cyperaceen-Sümpfen, dass der Grasrasen zurückgedrängt und durch Stauden ersetzt wird. Dies ist das einzige anmuthige Landschaftsbild in den Polarländern, wo ein freudiges Grün erscheint und die Vegetation von lebhafterem Wachstum mit glänzenden Blumenfarben aller Art geschmückt ist. Denn hier, wo der Boden stärker geneigt ist, als auf den so geringfügigen Unebenheiten der Tundra, verliert sich im Frühjahr rascher das Schneewasser, frühzeitiger beginnt das Eis zu thauen, und höhere Wärme wird daher auch im Sommer von dem Erdreich aufgenommen, um so mehr, wenn ein benachbarter Strom, die Temperatur ausgleichend, als ein Schutzmittel gegen den periodisch wiederkehrenden Frost zu Anfang und Ende der guten Jahreszeit dient. Aehnlich ist auch der Eindruck, der auf den arktischen Inseln den Naturfreund so lebhaft anregt, der bunte Teppich, den Baer³⁰⁾ mit einem von kunstreicher Hand in der Eisregion angelegten Garten und mit dem Schmuck der alpinen Landschaft in den Alpen vergleicht. Er schildert den mit purpurfarbigen Blumen dicht besetzten Rasen der Silenen und Saxifragen, gemischt mit den azurnen Sternen des Vergissmeinnicht, mit goldgelben Ranunkeln und Draben und mit anderen Blüthen von blauen, weissen und hellrothen Farbentönen, unter denen das Grün des geringen Laubes kaum bemerkt wird. Aber er findet auf den alpinen Matten der Alpen die Pflanzen doch mehr massenhaft zusammengehäuft. Die Blüthen der arktischen Flora sind gleichmässiger unter einander vermischt, die einzelnen Rasen stehen weit genug von einander entfernt, um den Boden zwischen sich sichtbar werden zu lassen, und so gleicht dieser reichgefärbte Teppich am Fuss der Berge von Nowaja Semlja einem sorgsam gereinigten Blumenbeet.

Selbständige Gebüsche von Holzgewächsen treten, da die Formen der Zwergsträucher Nebenbestandtheile der Tundren und Matten sind, in grösserem Umfange nur da auf, wo die Vegetationszeit sich verlängert. Hier mischt sich die Weiden- und Rhamnusform zu Gesträuchen von höherem Wuchse, wie in der Nähe der Baumgrenze an der Behringstrasse, wohin die nordische Erle sich ver-

breitet [*Alnus incana* mit *Salix*-Arten³¹⁾]. So sind auch die Lavafelder im südlichen Island³²⁾ mit Birken und Weidengebüsch bewachsen, welches zuweilen Mannshöhe erreicht (*Betula alba* u. *nana*, *Salix phylicifolia* u. *lanata*). Aber ebenso wie an den Küsten dieser Insel der Golfstrom das Klima verbessert, so wird auch durch das fließende Wasser der Ströme die Entwicklungsperiode der Vegetation verlängert, und von diesem Verhältniss ist das höhere Weidengestrüch der arktischen Flussufer der Ausdruck (im Samojeedenlande z. B. *Salix hastata* mit *Abnus fruticosa*, im arktischen Amerika *S. speciosa*).

Regionen. Wie hoch sich die arktische Vegetation an den Abhängen des geneigten Bodens nach aufwärts erstreckt, ist schwierig festzustellen und in manchen Fällen kaum auf ein mittleres Mass zurückzuführen. Man kann auch von südlicher gelegenen Gebirgen nicht behaupten, dass die Schneelinie eine Grenze des organischen Lebens überhaupt sei, sondern nur, dass hier der zusammenhängende Pflanzenwuchs aufhöre, indem in jeder beliebigen Höhe, da wo Schnee oder Eis an der Oberfläche nicht haften oder sich nicht dauernd erhalten, die Bedingungen für die Vegetation einzelner Gewächse gegeben sind und eben in der Schneeregion selbst die arktischen Formen häufiger wiederkehren. In den Polargegenden ist die Lage der Schneegrenze indessen viel unbestimmter, weil sie, wie früher gezeigt wurde, in viel höherem Grade von den örtlichen Einflüssen abhängt. Baer³³⁾ erklärt es geradezu für unmöglich, in Nowaja Semlja ihr Niveau zu bestimmen, weil nicht die Abnahme der Wärme mit der Höhe, sondern die örtliche Erwärmung das allein entscheidende Moment bilde. Es giebt dort ewige Schneemassen, die von den Gebirgskämmen herab bis auf wenige Klafter vom Spiegel des Meers reichen, und deren Anhäufung selbst auf die Umgebungen bis zu diesem Grade erkältend einwirkt. Wo aber die Sonnenstrahlen die ganze Fläche eines Abhangs treffen, kommen Berge von mehr als 3000 Fuss Höhe vor, die schon im Juli fast ganz von Schnee entblösst sind, indem das nackte Gestein durch die Insolation so stark erwärmt wird, dass schon bei eisiger Luftwärme das Erzeugniss des Winters fortschmilzt. An der Meerenge Matoschkin Schar sah Baer zwei ansehnliche Berge, von denen der eine (3100 Fuss hoch) vom Fuss bis zur Spitze mit ewigem Schnee bedeckt war, der andere,

etwas höhere (3400 Fuss), aber freier gelegene selbst am Nordabhange fast ganz entblösst war. Aehnliches gilt auch von Spitzbergen, wo die Angaben über die Schneelinie daher höchst widersprechend sind, deren mittleres Niveau aber (etwa 1000 Fuss) die schwedischen Naturforscher¹⁾ demohngeachtet nach vielen einzelnen Beobachtungen festzustellen gesucht haben. In Island hat Martins²⁾ die Schneegrenze zu 2900 Fuss Höhe angenommen, auf Jan Mayen Scoresby³⁾ zu 1220 Fuss, und in diesen grossen Unterschieden zeigt sich schon die Bedeutung der örtlichen Einwirkungen.

Allein Baer geht zu weit, wenn er die Versuche, Mittelwerthe für die Schneegrenze aufzustellen, überhaupt verwirft, da dieselben doch zur Vergleichung der Gebirgsflora von grosser Bedeutung sind. Er führt selbst an, dass Nowaja Semlja eine ungeheure Menge ewigen Schnees bewahrt, und dass doch die Küstenebene gegen Ende Juli allen Schnee verloren hat. Sind auch die Unregelmässigkeiten auf dieser Insel und im arktischen Ural so gross, dass es bis jetzt nicht hat gelingen wollen, die mittlere Schneelinie zu bestimmen, so wird dies da, wo das Gebirge weniger zerrissen und gleichmässiger gebaut ist, leichter möglich sein. Man gewinnt dadurch einen Massstab für das Niveau, in welchem sie liegen würde, wenn die Dichtigkeit der Luft allein auf die Temperaturkurve einwirkte.

Ruprecht³⁵⁾ läugnete in diesen hohen Breiten, wo die alpine Flora gleichsam zum Meeresspiegel herabsinkt, den Einfluss der vertikalen Richtung auf die Anordnung der Pflanzen überhaupt, allein auch innerhalb der alpinen Region ist jede einzelne Pflanzenart in bestimmte Höhengrenzen eingeschlossen, und dasselbe gilt unter allen örtlichen Schwankungen auch von den arktischen Gebirgen. So kann man in Island³⁶⁾ nach der Verbreitung der Birken drei Höhenabschnitte unterscheiden, von denen der untere durch Strauchformen der nordischen Art (*Betula alba* — 1500 Fuss), der mittlere durch die Zwergbirke (*B. nana* — 2500 Fuss) und der oberste durch Abwesenheit dieser Holzgewächse bezeichnet wird. Am vollständigsten aber hat Rink³⁷⁾ die vertikale Anordnung der grönländischen Pflanzen dargestellt, wiewohl durch die Anhäufung des Gletschereises unterhalb der Schneelinie die Verhältnisse hier noch verwickelter als anderswo erscheinen. Er betrachtet das Innere Grönlands als ein grosses Plateau von etwas über 2000 Fuss Höhe, welches durchaus

von Eis bedeckt ist. Im Binnenlande bildet dieses Niveau daher die obere Grenze der Vegetation. Auf der in die Baffinsbai vorspringenden Halbinsel Noursoak (71°), deren Hochfläche 5—6000 Fuss erreicht, beobachtete Rink dagegen noch in der Höhe von 4500 Fuss eine Reihe von Gefässpflanzen, die grösstentheils Ende Juli blühten (am häufigsten *Papaver nudicaule*, überhaupt 8 Stauden nebst einer Graminee und einer Cyperacee). Dies ist, wenn man die niedrigen Mitteltemperaturen in diesem Theile Grönlands in's Auge fasst, eins der auffallendsten Beispiele von dem Einflusse des excessiven Plateauklimas auf das Pflanzenleben, wovon man Kunde hat, um so merkwürdiger, als die In-olation des Sommers, auf der diese Vegetation beruht, hier, in der unmittelbaren Nähe des Meers, durch Nebelbildungen geschwächt wird. Aber diese höchste Elevation der Pflanzengrenzen, die aus dem arktischen Gebiete bekannt geworden ist, steht, wie Rink bemerkt, mit der geringen Menge von Schnee in Beziehung, die auf dieser Halbinsel herabfällt. Ungeachtet so grosser Schwankungen der Vegetationsgrenzen (2000 und 4500 Fuss) war es doch möglich, nach den auftretenden Pflanzenformen bestimmte Höhenabschnitte der grönländischen Flora zu unterscheiden. Rink charakterisirt die untere Region der Halbinsel (0—2000 Fuss) durch Sträucher der Erikenform, die mit Gräsern und Moostundren wechseln, die mittlere (2—3000 Fuss) durch Gräser, Cyperaceen, Lichenen und Moose. Er findet ferner, dass bei 3900 Fuss das letzte Holzgewächs, eine Weide (*S. glauca*), aufhört und die übrigen Gewächse nicht mehr gesellig, sondern nur noch vereinzelt vorkommen, bis bei 4500 Fuss, am Saume der zusammenhängenden Eis- und Schneedecke, jene letzten Gefässpflanzen und mit ihnen auch die Erdlichen ihre Grenze finden.

Vergleicht man die vertikale Anordnung der arktischen Flora mit der der alpinen Region der Gebirge Lapplands, so zeigt sich die entschiedenste Uebereinstimmung. Am Sulitelma (67°) reicht die alpine Region je nach der Exposition bis 3100 oder 4100 Fuss, wo die Schneelinie sie abschliesst. Abwärts wird sie (bei 1100 und 2100 Fuss) durch den Waldgürtel begrenzt. Der Unterschied liegt also darin, dass im arktischen Gebiet die alpinen Pflanzen bis zum Meere hinabsteigen, während sie sich aufwärts ebenso hoch, wie in Lappland, auf jener grönländischen Halbinsel sogar zu einem

noch höheren Niveau verbreiten. Man darf daher wohl als allgemeines Ergebniss dieser Untersuchungen annehmen, dass die mittlere Schneelinie bereits in Lappland in ihre tiefste Lage eintritt, weil in noch höheren Breiten der niedrige Sonnenstand sich wenig mehr ändert und die zunehmende Tageslänge auch diesen Unterschied aufhebt, und dass, wo sie noch mehr, als in Lappland, herabgedrückt ist, dies den örtlichen Einflüssen zuzuschreiben ist.

Vegetationscentren. Die Vertheilung der Vegetation in der arktischen Flora lässt sich von den örtlichen Bedingungen des solären Klimas und der Bodenwärme ableiten, nicht aber in allen Fällen die Anordnung der Arten, welche, ohne allgemein durch die Polarländer verbreitet zu sein, nur im Bereich bestimmter Meridiane vorkommen. Wo das wirkliche Wohngebiet einer Art enger ist, als das mögliche, wie Boden und Klima es bedingen, da hebt das historische Problem an, es muss untersucht werden, ob die Erscheinungen aus den Bedingungen der Pflanzenwanderung zu erklären sind, welche, von einem ursprünglichen Centrum ausgehend, bis zu ihren heutigen Grenzen fortgeschritten sind.

Das merkwürdigste Ergebniss der Untersuchungen über die Anordnung der arktischen Pflanzen besteht darin, dass die grönländische Flora mit dem alten Kontinent in einer engeren Verbindung steht, als mit Amerika. Abgesehen von der Gesamtmasse der arktischen Arten, die rings um den Pol mehr oder minder gleichmässig verbreitet ist, zählt Hooker³⁸⁾ 39 Pflanzen, die auf den Inseln im Norden von Amerika, nicht aber in Grönland vorkommen, dagegen 18 europäische, die in Grönland wiederkehren und jenseits der Baffinsbai gar nicht gefunden sind, und fast ebenso viele, die nur sporadisch in Labrador oder den White Mountains auftreten und daher ebenfalls als von Osten nach Amerika eingewandert zu betrachten sind. Die Baffinsbai bildet eine Vegetationsgrenze etwa für den achten Theil der Flora der arktisch-amerikanischen Inseln, und ein ebenso grosser Theil der grönländischen Pflanzen hat diesen Meerbusen nicht oder kaum überschritten. In der Flora Grönlands findet Hooker nur 6 Arten, die nicht auch in Europa oder Nordasien einheimisch wären, und auf diese beschränkt sich die Verknüpfung mit den Erzeugnissen des amerikanischen Kontinents. Wenn das Meer den Wanderungen der Pflanzen als eine Schranke entgegentritt, deren

hemmende Wirkung in gleichem Verhältniss mit der Entfernung der Küsten wächst, so bietet uns die Absonderung der grönländischen Flora von Amerika eine entschiedene Ausnahme von diesem allgemeinen Gesetze. Denn im Norden ist Grönland durch den engen und mit einer selten sich lösenden Eismasse erfüllten Smithsund mit Grinnelsland und dadurch mit dem arktischen Amerika auf das engste verbunden; die Baffinsbai selbst ist verhältnissmässig schmal gegenüber der grössten Meeresbreite des ganzen bekannten Polarbeckens, welche die grönländische Ostküste von Skandinavien oder gar von Asien trennt, woher doch, wie ich glaube annehmen zu dürfen, die Pflanzen nach diesem Polarlande eingewandert sind.

Hooker hat den Versuch gemacht, diese und andere Eigenthümlichkeiten der grönländischen Flora, die er mit Recht als den Schlüssel zu dem Vertheilungsgesetze der arktischen Pflanzen betrachtet, aus Darwin's Hypothese³⁹⁾ über die Wanderungen derselben in der Glacialzeit abzuleiten. Diese Hypothese nimmt an, dass die heutige Flora Skandinaviens aus älteren geologischen Perioden stamme und vor der Glacialepoche über die Polarzone gleichmässig verbreitet gewesen sei. Als dann nach einer beliebten Vorstellungsweise ein arktisches Klima über den ganzen Planeten sich ausgebreitet habe, seien die Polarpflanzen immer mehr nach dem Aequator zurückgedrängt und bei wiederkehrender Wärme auf ihre früheren Wohnorte zurückgekehrt, indem sie zugleich in die alpinen Regionen der südlichen Gebirge emporstiegen, um sich hier dauernd anzusiedeln. Hooker meint nun, dass bei dieser rückkehrenden Wanderung, die nach der Richtung der Meridiane erfolgte, der Archipel des arktischen Amerikas aus dem Kontinent Gewächse empfangen konnte, die nicht nach Grönland gelangten, weil dieses nach Süden in das atlantische Meer ausläuft und daher nur diejenigen Arten wiederempfang, die während der Glacialzeit sich im südlichen Theile des Landes selbst erhalten konnten. Ich möchte gegen diese Hypothese unter so vielen Einwendungen, die sich darbieten, mir hier nur eine einzige Bemerkung erlauben, indem ich glaube, dass, wenn einfachere Erklärungen möglich sind, es überflüssig wäre, näher auf jene Vorstellungen einzugehen. Wenn es wirklich eine Zeit gab, in welcher der ganze Planet mit Eis bedeckt war oder doch auch nur das Klima der heutigen Polarländer besass, so konnte damals das Baumleben nir-

gends bestehen. Dieselben Naturforscher nun, die kein Bedenken tragen, eine Glacialzeit in diesem Sinne vorauszusetzen, nehmen zugleich an, dass die heutigen Wälder mit denen der Braunkohlenperiode in einem genetischen Zusammenhange stehen, und sie haben ein viel grösseres Recht dazu, wenn, wie wir sahen, gewisse mioce-nische Nadelhölzer von den jetzt lebenden nicht einmal der Art nach zu unterscheiden sind. Wo sind nun diese Wälder geblieben, wenn die Glacialzeit sie zerstörte, die der Braunkohle nachfolgte und der gegenwärtigen Schöpfung vorausging?

Liegt nicht in den Meeresströmungen eine durchaus den That-sachen entsprechende Quelle der Verknüpfung der grönländischen Flora mit der des arktischen Asiens? Baer⁴⁰⁾ machte schon darauf aufmerksam, wie das Treibeis dazu mitwirkt, die Gewächse um den Pol auszubreiten. Die Erscheinung, dass die Rasen bildenden Stau-den auf Nowaja Semlja nicht massenhaft auftreten, wie in den Alpen, sondern dass die verschiedenen Arten unter einander gemischt wach-sen, dass bei anscheinend gleicher Beschaffenheit des Bodens die Küste reicher besetzt ist, als die vom Meere entfernteren Gegenden, diejenigen Räume, vor welchen Inseln liegen, weniger, als die frei gelegenen, erklärt er aus den jährlichen Strandungen des Treibeises, deren Erfolg, mögen Samen oder ganze Pflanzen mit ihren Wurzeln dadurch von Küste zu Küste geführt werden, weit grösser sein müsse, als die eigene, oft gehinderte Befruchtung. Das Eis, bemerkt er, ist offenbar das beste Fahrzeug für Ansiedelungen von Gewächsen aus der Ferne und bereichert die Küstenvegetation in jedem Jahr: namentlich, möchte man hinzufügen, wenn es mit losgewaschener Erde und niedergefallenen Steinen beladen ist. Die arktische Strö-mung, welche, von Sibirien ausgehend, Spitzbergen umkreisend, der grönländischen Ostküste entlang nach dem atlantischen Meere führt, ist ein solches Fahrwasser, welches mit dem asiatischen Küsteneise die Keime der Vegetation Grönland zu Theil werden lässt. Aus den Strömungen der Baffinsbai¹⁰⁾ sodann, wie Hooker schon selbst an-gedeutet hat, ist die Absonderung Grönlands von Amerika abzuleiten. Die östliche, die aus der Barrowstrasse die Eisfelder in das atlantische Meer trägt, scheidet die amerikanische Flora von Grönland, und jener Zweig des Golfstroms, der an der Westküste dieses Landes bis zum Smithsund nach Norden geht, ist geeignet, die grönländischen

Pflanzen selbst in dieser Richtung zu verbreiten. Die grönländische Flora wird nach Norden nur ärmer, aber ändert ihren Charakter nicht, nimmt keine neue Bestandtheile auf. Gerade in dieser Beziehung ist die Sammlung von Hayes⁴¹⁾ in den hohen Breiten des Smithsund (78°) wichtig und auch für die Vorstellungen über die Geographie der unbekanntten Gegenden des Polarbeckens von Interesse. Petermann hat namentlich aus der Abwesenheit des sibirischen Treibholzes in der Baffinsbai geschlossen, dass der offene Wasserschimmel, welcher am nördlichen Ausgange des Smithsund erblickt wurde, von dem östlichen Eismeere Spitzbergens durch Land getrennt sei. Für diese Ansicht lässt sich nun auch geltend machen, dass unter den Pflanzen vom Smithsund auch nicht eine einzige Art sich befindet, die nicht auch in südlicheren Gegenden an der Westküste Grönlands vorkäme. Es ist ferner bemerkenswerth, dass unter denselben Breitengraden (70°—75°) nach den Sammlungen von Scoresby und Sabine, welche Hooker³⁸⁾ verglich, die Ostküste Grönlands, die den Eisstrandungen aus dem arktischen Strome unmittelbar ausgesetzt ist, viel pflanzenreicher sein soll, als die Westküste. Wird man nicht durch solche Thatsachen zu der Vorstellung geführt, dass Grönland, welches keine eigenthümlichen Pflanzen aufzuweisen hat, seine Vegetation von Osten aus durch diese Meeresströmung empfing, und dass die einzelnen Arten, der Küstenlinie folgend, nach und nach bis zum Smithsund verpflanzt wurden? Wenn das Eis in dieser Meerenge, wie es nur in gewissen Jahren der Fall ist, sich in Bewegung setzt, so kann es von den wenigen Pflanzen, die an dieser Küste bei dem geringsten Mass der Sommerwärme noch übrig sind, zwar die Ansiedelung längs der amerikanischen Seite der Baffinsbai bewirken, nicht aber amerikanische Arten nach Grönland hinüberführen.

Aber wenn man die Absonderung Grönlands von Amerika aus der Richtung der Meeresströmungen ableitet, die auf die Verknüpfung jenes Landes mit Asien hinweisen, so würde man, auf Darwin's und Hooker's Ansichten bauend, einwenden können, die grönländische Flora sei nicht asiatischen, sondern skandinavischen Ursprungs. Diese Meinung wird darauf begründet, dass Lappland das pflanzenreichste Land jenseits des Polarkreises ist. Allein dieser Reichthum beruht nicht auf einem grösseren Antheil arktischer, sondern süd-

licher Pflanzen des Waldgebiets, die hier unter dem Einfluss des erwärmenden Golfstroms weiter als anderswo nach Norden gehen. Auf keine einzige Thatsache stützt sich die Vorstellung von dem höheren Alterthum der Vegetation Skandinaviens, wo nur eine seltene Vereinigung von Pflanzen grosser Wohngebiete zu Stande gekommen ist, wie sie der mannigfaltigen klimatischen Gliederung des Landes entspricht. Ein ursprüngliches Vegetationscentrum können wir nur daran erkennen, dass endemische Gewächse vorhanden sind, die sich von hieraus nicht verbreitet haben, und in diesem Sinne kann Skandinavien nicht als ein Ausgangspunkt von Pflanzenwanderungen gelten, weil es kaum Spuren von eigenthümlichen Arten besitzt. Der grösste Theil der eigentlich arktischen Pflanzen, die dem Waldgebiete fremd sind, findet sich rings um den Pol verbreitet, und von diesen tritt eine Anzahl in die alpine Region Lapplands und Norwegens ein, zum Theil nur sporadisch an einzelnen Standorten. Was diese Region vor der arktischen Flora voraus hat, theilt sie mit anderen europäischen Gebirgen. Schon das Samojeedenland besitzt eine Reihe von Arten, die im skandinavischen Lappland nicht vorkommen, und so arm auch die Flora hier und im arktischen Sibirien wegen der grossen Ausdehnung der Tundren erscheinen mag, so finden sich doch gewisse, endemische Arten, im skandinavischen Lappland nicht. Wir haben daher bessere Gründe, eine Einwanderung der arktischen Pflanzen aus Asien in die Gebirge Skandinaviens anzunehmen, als deren Heimath in die letzteren zu verlegen, wie dies bereits von Christ ⁴²⁾ näher dargelegt worden ist.

Island wird ebenso, wie die Ostküste Grönlands, an der Nordseite von der arktischen Meeresströmung getroffen, die an Treibholz vielleicht die ergiebigste der Erde ist. Die Reihe der grossen sibirischen Ströme, die in dem lockeren Diluvialboden fast unbewohnter Wälder stetig ihr Bett verändern, ist eine unerschöpfliche Quelle für die Aufnahme von losgespülten Baumstämmen, die sie in das Eismeer tragen, dessen Wogen sie zuletzt an fernen Küsten anhäufen. Wie das Treibholz können auch die Keime und Sprossen lebender Pflanzen sich aus diesen Strömungen ansiedeln, wenn sie das geeignete Klima finden. Die arktischen und alpinen Gewächse sind in Island weniger zahlreich, als in Grönland, aber fast sämmtlich übereinstimmend: nur 5 Arten ⁴³⁾ sind in Grönland bisher nicht aufgefunden,

von denen zwei auch in Sibirien vorkommen, die drei anderen in den westeuropäischen Gebirgen einheimisch sind. Wenn Pflanzen durch Meeresströmungen verbreitet werden, so wird ihre Zahl mit der Entfernung vom Ausgangspunkte allmählig abnehmen, und dieser Forderung entspricht das Verhältniss der arktischen Vegetation Grönlands und Islands, indem das sibirische Treibeis früher an die grönländische Ostküste angespült wird, ehe es die Nordküste Islands erreicht. Noch früher, als Grönland, berührt es Spitzbergen, aber in dieser hohen Breite können manche Arten, die sich in Grönland ansiedeln, nicht gedeihen. Wenn Island an arktischen Gewächsen zurücksteht, so ist doch die Flora reicher, als die grönländische: dieser Vorzug beruht auf Pflanzen des europäischen Waldgebiets. Die Verknüpfung Islands mit Westeuropa ist nicht durch den Golfstrom zu erklären, den diese Wanderung rechtwinkelig trifft, sondern zum Theil den über alle Meridiane wandernden, nordischen Vögeln zuzuschreiben, mit ihren Ruhepunkten auf den Shetlands und Far-Oeer. Auf den Felsen der hochnordischen Küsten und unbewohnten Inseln, die ihnen nahe liegen, treten diese Seevögel in solchen Massen auf, dass man ihren Anblick von den vorüberziehenden Schiffen aus mit den dicht gedrängten Zuschauern eines Theaters verglichen hat. Eine Reihe von Sumpf- und Wasserpflanzen, die anderswo in hohen Breiten nicht mehr vorkommen, hat sich in Island, namentlich in der Nachbarschaft der Thermen ⁴⁴⁾, angesiedelt. Dann ist aber diese Insel auch das einzige Gebiet der arktischen Flora, wohin eine alte Civilisation vorgedrungen ist: die Bevölkerung ist vielleicht grösser, als in allen übrigen arktischen Ländern zusammengenommen, und so hat der Verkehr die Ansiedelung einer Reihe von Pflanzen (22 Arten) bewirkt, die den Menschen auf seinen Wanderungen zu begleiten pflegen.

Spitzbergens Flora ist, der Richtung des arktischen Stroms entsprechend, näher mit Sibirien und Grönland, als mit Lappland verknüpft. Reichlich der vierte Theil der daselbst vorkommenden Gefässpflanzen fehlt in Skandinavien ⁴⁵⁾ (24 Arten unter 93), in Grönland fehlen nur 12 Arten, und da diese bereits der Mehrzahl nach im arktischen Asien nachgewiesen sind und die übrigen hinreichender systematischer Sicherstellung ermangeln, so entspricht die Vertheilung doch auch hier der geographischen Lage, nach welcher Spitz-

bergen früher von der sibirischen Strömung als Grönland erreicht wird.

Alle diese Inseln des Eismeers, Grönland, Island, Spitzbergen und Nowaja Semlja sind ohne endemische Pflanzen, oder wenigstens ist keine Art als solche festgestellt. Ihre arktische Vegetation ist also von dem Festlande entlehnt, mit dem der sibirische Meeresstrom sie in Verbindung setzt. Auf den Kontinenten selbst ist der Austausch durch die Küstenverbindung längs des Eismeers in solchem Grade erleichtert, dass die meisten Pflanzen der arktischen Flora rings um den Pol verbreitet sind, und die übrigen in derselben Weise, wie in den Waldgebieten, nämlich so, dass die Verschiedenheiten mit den Entfernungen allmählig wachsen. Die grösste Uebereinstimmung herrscht zwischen dem arktischen Europa und Asien; nach und nach wachsen die Unterschiede, wenn man zum westlichen, dann zum östlichen Nordamerika übergeht. Labrador und der arktisch-amerikanische Archipel bilden daher zu dem Samojeedenlande den verhältnissmässig grössten Gegensatz.

Die Gesamtsumme der in der arktischen Flora nachgewiesenen Gefässpflanzen schätze ich auf 700 Arten⁴⁶⁾, unter denen, da die Mehrzahl auf das arktische oder alpine Klima nicht beschränkt ist, kaum 300 als charakteristisch zu bezeichnen wären. Da ferner diese letzteren meistentheils in der alpinen Region der Waldgebiete wiederkehren, so bleiben für die arktische Flora nur etwa 20 endemische Gewächse⁴⁷⁾ übrig. Hiernach könnte man geneigt sein, derselben die Vegetationscentren überhaupt abzusprechen, indem es ja möglich wäre, dass auch diese geringe Anzahl von eigenthümlichen Pflanzen auf südlicheren Gebirgen noch aufgefunden würden. Diese Ansicht hat Christ⁴⁸⁾ zu begründen versucht und den Ursprung der arktischen Flora hauptsächlich von den Gebirgen des nördlichen Asiens abgeleitet. So lange indessen jene endemischen Pflanzen der arktischen Flora ausserhalb ihres Gebiets nicht nachgewiesen sind, müssen selbständige Ausgangspunkte der Wanderung innerhalb desselben angenommen werden, sowie es auch der Analogie entspricht, dass solche Wanderungen auf dem Festlande in entgegengesetzten Richtungen stattfanden. Aber auch hiervon abgesehen sind in der Anordnung der arktischen Pflanzen selbst mehrere Momente enthalten, welche schliessen lassen, dass ein

Theil derselben in den hohen Breiten Asiens und Amerikas entstanden ist.

Hooker⁴⁹⁾ entwarf eine Liste derjenigen arktischen Pflanzen, deren Wohngebiet sich von Europa durch Asien und Amerika über alle Meridiane bis Grönland erstreckt: von solchen circumpolaren Arten zählt er 85. Fast alle diese Gewächse bewohnen auch niedrigere Breiten in Asien, der grösste Theil⁴⁸⁾ die alpinen Regionen der altaischen Gebirgszüge, die übrigen das Waldgebiet, aus welchem sie in die arktische Flora eintreten. Wenn sie sich durch die Meeresströmungen längs des Eismeers und zu dessen Inseln verbreiteten, so ist hier die Richtung ihrer Wanderungen gegeben, nicht aber auf dem Festlande, wo dieselben ebenso wohl vom Eismeer zum Altai als in entgegengesetztem Sinne erfolgen konnten. Nun lassen sich in manchen Fällen zwei Formen der Anordnung und dadurch die ursprünglich arktischen von den alpinen unterscheiden, indem entweder die circumpolare oder die Verbreitung in den alpinen Regionen überwiegt. Finden sie sich nur sporadisch auf gewissen Gebirgen, während sie im Polarbecken allgemein auftreten, so muss auf ihren Ursprung in hohen Breiten geschlossen werden. Zwei monotypische Gattungen können als Beispiele dieses Verhältnisses dienen. Die in dem Bau ihrer Blüthe anomale *Ericaceae Diapensia* findet sich sporadisch auf den norwegischen Fjelden, auf dem Altai, den Rocky- und den White Mountains; im Polarbecken gehört sie zu den häufigsten Erscheinungen, in den entlegensten Meridianen: wenn man hier ihren Ursprung voraussetzt, ist es bei einer so grossen Wanderungsfähigkeit leichter zu begreifen, dass sie sich in den Gebirgen nicht allgemeiner verbreitet und nicht bis zu den Alpen und bis zum Himalaja gelangt ist. Die *Polygonaceae Koenigia*, ebenfalls circumpolar, ist auf den Gebirgen Asiens zwar bis zum Himalaja nachgewiesen, aber in Europa nur auf einige Standorte der skandinavischen Fjelde beschränkt. Ueberhaupt verdienen bei der Untersuchung über die Vegetationscentren die monotypischen Gattungen eine viel sorgfältigere Berücksichtigung, als die endemischen Arten. Bei den letzteren ist die Frage, ob ihre Organisation nur durch den allmähig wirkenden Einfluss des Klimas verändert und von Arten anderer Gegenden abzuleiten sei (klimatische Varietäten), häufig nicht so sicher zu entscheiden, dass im einzelnen Falle eine allgemeine

Anerkennung von Seiten der Systematiker erreicht werden kann. Wo aber der Bau der Blüthe ein so eigenthümlicher ist, wie bei den meisten monotypischen Gattungen, kann keine Meinungsverschiedenheit darüber stattfinden, dass eine Kraft, sie zu erzeugen, gewirkt habe, die aufzuklären unsere Erfahrungen über die Variabilität der Arten nicht genügen. Ich finde nun in der arktischen Flora die für ihre geringe Mannigfaltigkeit ungemein hohe Zahl von 10 monotypischen Gattungen, die grösstentheils nur sporadisch in niedrigeren Breiten wiederkehren. Rein endemisch ist eine Graminee (*Pleuropogon*), die bis jetzt nur auf den Parry-Inseln beobachtet wurde. Beinahe endemisch kann man ferner eine Caryophyllee (*Merckia*) nennen, die vom nordwestlichen Theil des arktischen Amerikas bis zur Kolyma im östlichen Sibirien vorkommt und südwärts nur bis Kamtschatka verbreitet ist. Diese beiden Gewächse sind also für die westlichen Vegetationscentren des Polarbeckens bezeichnend, als deren Ostgrenze die Scheidung der beiden arktischen Meeresströmungen am Tschuktschenlande betrachtet werden kann. Denn an diesen Küsten, in demjenigen Meridian, der das östliche Sibirien mit dem Wrangellande verbindet, hat man einen periodischen Wechsel der Strömungen beobachtet. Nach dieser Grenzbestimmung theilen sich die 10 Monotypen⁵⁰⁾ der arktischen Flora in der Weise in die beiden Kontinente, dass bei 3 Gattungen der asiatische (*Osmothamnus*, *Gymnandra*, *Koenigia*), bei 4 der amerikanische Ursprung gewiss ist (*Merckia*, *Douglasia*, *Dodecatheon*, *Pleuropogon*): bei den drei übrigen lässt sich diese Sonderung nicht mehr deutlich erkennen (*Diapensia*, *Monolepis*, *DuPontia*), doch ist auch bei diesen die amerikanische Heimath wahrscheinlich. Diese Ergebnisse geben eine deutliche Vorstellung von der circumpolaren Verbreitung der arktischen Pflanzen überhaupt. Die Wanderung ist im Polarbecken durch die Configuration des Festlandes und durch die Meeresströmungen so erleichtert worden, dass in diesen Breiten, wie es noch im Waldgebiete möglich ist, eine Sonderung der Florengebiete beider Kontinente nicht durchzuführen sein würde.

Vergleichen wir in dieser Beziehung die Reihe der endemischen Arten, so bemerken wir, dass unter ihnen nur drei auf Asien, elf auf Amerika beschränkt sind. Der Uebergang in die alpinen Regionen ist in Asien, wo hohe Gebirgsketten sich durch die ganze Breite des

Kontinents erstrecken, in weit höherem Grade begünstigt als in Amerika. Ebenso leicht konnten sich in Europa die arktischen Pflanzen aus den Tundren nach Lappland, durch die Gebirge bis zu den Alpen verbreiten, wie wir aus zahlreichen gemeinsamen Pflanzen erkennen können. Im östlichen Kontinent sind daher nur wenige Ueberreste der ursprünglichen Vegetation auf die arktische Flora beschränkt geblieben. In Amerika bieten nur die Rocky Mountains und das isolirte Gebirge von New Hampshire Raum für die Aufnahme arktischer Pflanzen, und die ersteren sind sowohl durch ihre Axenrichtung als die geringe Breite ihrer alpinen Region wenig dazu geeignet. Hieraus erklärt sich also die Erscheinung, dass in Amerika die arktischen Pflanzen in den Gebirgen viel spärlicher wiederkehren, als im östlichen Kontinent.

Heer⁵¹⁾ hat zu Gunsten der Darwin'schen Hypothese über den Ursprung der arktischen Flora geäußert, dass man im Polargebiete Amerikas alpine Gewächse Europas, aber keine amerikanische Gebirgstypen antreffe. Allein dies ist nur in Bezug auf die circumpolaren Arten richtig, die sich eben von Asien aus in beiden Richtungen mit den Strömungen verbreitet haben, nicht aber passt es auf diejenigen, in denen sich der Unterschied beider Kontinente ausspricht. Wie viel leichter der Austausch mit den Waldgebieten in demselben Kontinente stattfinden konnte, geht daraus hervor, dass in dem Hooker'schen Katalog der arktischen Flora 12 Gattungen enthalten sind⁵²⁾, die in Amerika diesseits und jenseits des Polarkreises vorkommen, ohne in den östlichen Kontinent überzugehen. Dies sind eben die amerikanischen Typen, die der grönländischen Flora durchaus fehlen. Dass auch der Süden Grönlands, der doch fast bis zum sechzigsten Breitengrade herabreicht, viel weniger Pflanzen des Waldgebiets aufgenommen hat, als Island, ist durch die Absonderung vom Festlande und dadurch zu erklären, dass die Meeresströmungen keine Verknüpfung mit entsprechenden Klimaten der gemäßigten Zone herbeiführen.

II.

Waldgebiet des östlichen Kontinents.

Klima. Diesseits der öden Polarwüste, wo das Eis und die langen Nächte der Vegetation das Wachstum streitig machen, umgiebt ein breiter Waldgürtel den ganzen Umkreis der nördlichen Hemisphäre. Von diesen Wäldern sind, ehe sie bewohnt waren, beide Kontinente, der östliche, wie der westliche, in höheren Breiten gleichmässig bedeckt gewesen. Erst die Kultur hat den Waldboden von den atlantischen Küsten aus gelichtet. In Europa, wo die hercynischen Wälder den Römern ein ähnliches Naturbild boten, wie die kanadischen heutzutage den Ansiedlern des Westens, ist diese Umgestaltung der ursprünglichen Vegetationsverhältnisse längst zu einem gewissen Abschlusse gelangt und hat im Norden und Osten an der Ungunst des Klimas ihre Schranke gefunden. In unseren Zeiten wiederholen sich dieselben Vorgänge im Waldgürtel Nordamerikas und geben uns eine deutliche Vorstellung von dem, was Europa einst gewesen ist. In den grossen Wäldern Sibiriens und des britischen Amerikas, in den Jagdgebieten der Pelzthiere, hat sich der ursprüngliche Charakter der Vegetation rein erhalten, und hier ist daher klarer der Umfang ihrer Lebensbedingungen zu erkennen, als wenn wir von den Kulturländern selbst ausgehen wollten. Denn die Vortheile, welche die genauere und umfassende Erforschung ihrer Flora verheisst, kommen mehr der topographischen Zeichnung des Pflanzenlebens zu Gute, als dem Streben, den Zusammenhang von Klima und Vegetation von allgemeineren Standpunkten aus zu würdigen.

In südlicher Richtung ist dieser nordische Waldgürtel fast überall durch schroffe klimatische Uebergänge ebenso fest bestimmt und abgeschlossen, wie im Norden durch die Baumgrenze und den Ackerbau.

Im Inneren beider Kontinente treffen wir auch hier in weiter Erstreckung auf eine andere, eine südliche Grenze des Baumlebens, wo die Steppen Asiens und Russlands, die Prairiesen Nordamerikas beginnen. Aber auch gegen die Westküsten hin, wo das Seeklima günstiger einwirkt, am mittelländischen Meer und in Kalifornien, ändert sich der Vegetationscharakter in seinen Hauptzügen, sobald bestimmte klimatische Linien überschritten werden, und so sind es nur die beiden östlichen Abschnitte der Waldzone, die Landschaften des Amurgebiets und die südlichen Staaten Nordamerikas, wo der Uebergang von höheren zu niederen Breiten sich allmählicher abstuft.

Den ganzen nördlichen Waldgürtel als ein einziges Vegetationsgebiet gleich dem arktischen aufzufassen, könnte man geneigt sein, wenn man die zahlreichen Analogieen erwägt, welche den östlichen mit dem westlichen Kontinent verbinden, wie ja auch gleichartig hier wie dort die Civilisation auf denselben natürlichen Grundlagen sich zu entwickeln scheint. Aber gerade die Küstenländer zu beiden Seiten des atlantischen Meers, welche zunächst zu solchen Vergleichen auffordern, sind in ihrem Vegetationscharakter viel bestimmter von einander abgesondert, als dies irgendwo in den waldlosen Gegenden der Polarzone der Fall ist. Die zunehmende Breite des Meers und die klimatischen Gegensätze der Lage, die durch die Richtung des Golfstroms erhöht werden, stehen der Vermischung der vegetabilischen Erzeugnisse beider Kontinente entgegen. Sind nun zwar am stillen Meere die Verschiedenheiten der Flora weniger durchgreifend, so wird doch auch hier durch das Herabsinken der Baumgrenze bis zum sechzigsten Breitengrade die Grösse des maritimen Abstandes von Asien zu Amerika bedeutend erweitert und dadurch der Austausch der beiderseitigen Vegetationscentren innerhalb des Waldgebiets erschwert. Aus diesen Gründen erscheint es naturgemäss, die Zone der Wälder nicht wie die Vegetation der Polarländer als ein Ganzes zusammenzufassen, sondern sie im östlichen und westlichen Kontinent abgesondert zu betrachten.

Eine viel schwierigere, ja in gewissem Sinne unlösbare Frage ist es, ob das Waldgebiet des östlichen Kontinents sich in enger begrenzte, natürliche Floren theilen lasse. Nicht bloss die Reihenfolge der Klimate von Lappland bis zu den Alpen und Pyrenäen scheint dazu aufzufordern, sondern in weit höherem Grade der noch viel

grössere Gegensatz, der zwischen dem Inneren Sibiriens und den europäischen Küstenländern besteht. Die Grundsätze, welche uns hier, wie in allen ähnlichen Fällen, leiten, und die den Zweck haben, ein natürliches Gesamtbild von der Vegetation irgend eines Raums auf der Erde, mag er gross oder klein sein, entwerfen zu können, stehen jedem Versuche dieser Art entgegen, sofern von Frankreich bis Kamtschatka sich nirgends die Physiognomie der organischen Natur in erheblichem Grade geändert zeigt und der Wechsel, den der allmälige Uebergang vom See- zum Kontinentalklima hervorruft, nicht sowohl auf neuen Formen und Formationen, als auf den in stetiger Reihe auftretenden und schwindenden, systematischen Bestandtheilen der Flora beruht. Ein sehr anschauliches Bild von der Uebereinstimmung des landschaftlichen Charakters im äussersten Osten Sibiriens mit dem europäischen liefern die Vegetationsansichten aus Kamtschatka von Kittlitz ¹⁾. Dieser Reisende bemerkt, dass sich daselbst die Physiognomie des mittleren und nördlichen Europas weit vollständiger wiederhole, als man bei dem grossen Längenunterschiede erwarten sollte; auch sei die Menge europäischer Pflanzenarten sehr beträchtlich. Die Ebenen und die Abhänge der Gebirgszüge sind grossentheils mit herrlichen Wäldern bedeckt, diese von üppigen Waldwiesen unterbrochen. Wie unter den Laubhölzern des skandinavischen Nordens ist die Birke der vorherrschende Waldbaum, aber in der Mitte der Halbinsel erstreckt sich querüber ein Streifen von Nadelholzbeständen, in denen die Formen der Tannen und Lärchen vertreten sind, in deren Unterholz ein Reichthum beerentragender Gewächse sich birgt, gerade wie in Skandinavien und aus denselben Arten, wie hier, zusammengesetzt. Selbst die Weidengebüsche, welche die Moräste des westlichen Kamtschatka begleiten, erinnern an die Bekleidung der Sümpfe in Russland.

Zu einem abweichenden Ergebniss aber führt die Vergleichung Sibiriens und Europas, wenn man nicht die Physiognomie der Natur, sondern die systematischen Bestandtheile der Flora der Vergleichung zu Grunde legt. Zwar ist der Antheil übereinstimmender Arten bis zum fernsten Osten noch immer erheblich zu nennen, aber doch nicht grösser, als zwischen den Amur-Landschaften und dem nordwestlichen Amerika. Ich glaube die Zahl europäischer Arten im östlichen Sibirien auf mehr als 30 Procent der Gesamtsumme von Gefäss-

pflanzen schätzen zu dürfen²⁾. Berücksichtigt man aber hiebei, dass nach den Untersuchungen Asa Gray's³⁾ fast 15 Procent der in den nordöstlichen vereinigten Staaten einheimischen Gewächse auch in Europa vorkommen, also das ganze Waldgebiet beider Kontinente bewohnen, so ist es klar, dass in der Richtung von Westen nach Osten das Auftreten und Verschwinden der Arten in einer allmählig wachsenden Reihe vor sich geht, dass die Uebereinstimmung und Verschiedenheit der Flora nur von der Grösse des geographischen Abstandes abhängt. In den weiten Tiefländern, aus denen diese Waldzone grösstentheils besteht, ist die Wanderung der Pflanzen fast nirgends durch mechanische Hindernisse gehemmt, und wie die klimatischen Linien, welche die Gegensätze des See- und Kontinentalklimas bezeichnen, in stetiger Reihe auf einander folgen, so sind auch die einzelnen Gewächse nach ihrer Receptivität gegen diese Einflüsse in stetig fortschreitendem Wechsel geordnet. Die kräftigsten und vom Klima unabhängigsten Organisationen gehen am weitesten, die europäische Kiefer bis zum östlichsten Theil von Sibirien. Je mehr die Lebenssphäre der einzelnen Arten im Kampfe mit der unorganischen und organischen Natur durch einen zarter angelegten Bau beengt wird, desto weniger entfernen sie sich von ihrer ursprünglichen Heimath. Da alle diese Verhältnisse durch Uebergänge vermittelt sind, so wäre eine klimatische Eintheilung des Kontinents in abgesonderte Florengebiete ganz willkürlich und unzulässig, bis zu welchem Grade auch die Ungleichheit der Erzeugnisse in entfernt von einander gelegenen Landschaften anwachsen mag. Um das Charakteristische in dieser Mannigfaltigkeit darzustellen, kann man daher nur einzelne Gewächse oder Gruppen von Arten benutzen, sofern sich in ihnen ein bestimmtes Moment der physischen Lebensbedingungen darstellt, und diese Auffassung hat zu dem Begriffe der Vegetationslinien⁴⁾ geführt, nach denen sich die europäisch-sibirische Flora klimatisch gliedert.

Dieser Begriff hat in den Tiefländern der Erde dieselbe Bedeutung, wie die Unterscheidung der Regionen in den Gebirgen, die dazu dient, deren Vegetation geordnet darzustellen, eine Aufgabe, die von Humboldt und Wahlenberg zuerst naturgemäss durchgeführt wurde. Die Regionen sind durch klimatische Grenzwerte bestimmt. Jede Pflanze ist an ein bestimmtes Mass von Wärme gebunden, ihre

Höhengrenze liegt, wo dieses nicht erreicht oder überschritten wird. Aber nur da sind die Regionen scharf gesondert oder gewähren eine anschauliche Grundlage der Darstellung, wo die Physiognomie der Gebirgslandschaft sich plötzlich durch eine neue Bildungsweise der vegetativen Organe ändert, wo z. B. Laub- und Nadelhölzer sich berühren oder an der Baumgrenze nur noch Sträucher, weiter aufwärts die Alpenmatten übrig bleiben.

Wie es also im Gebirge eine Menge von Pflanzengrenzen giebt, die zur übersichtlichen Schilderung der Vegetation und zur Untersuchung ihrer physischen Bedingungen ungeeignet sind, weil der Wechsel der Arten in stetiger Reihenfolge unmerklich vor sich geht, so ist dies in den grossen Ebenen, wo die klimatischen Gegensätze über so weite Räume sich vertheilen, in viel höherem Masse der Fall. In den Alpen durchschreitet man, von den Thälern zum ewigem Schnee ansteigend, in wenigen Stunden dieselben oder ähnliche Klimate, deren Abstufung in der Tiefebene sich vielleicht auf 30 Breitengrade ausdehnt. Aber nicht allein die räumlichen Unterschiede erschweren die Benutzung klimatischer Grenzen zu Eintheilungen der Erdoberfläche von geographischem Werth, sondern mehrere andere Verhältnisse haben dazu beigetragen, den Vegetationslinien einen weniger leichten Eingang zu verschaffen, als den Regionen, deren Bedeutung sofort allgemein anerkannt wurde. Zuerst ist es, wenn man in der Ebene die Verbreitungsgrenze einer Pflanze festgestellt hat, viel schwieriger zu entscheiden, ob dieselbe von einem klimatischen Werthe abhängt oder nur auf einer unvollendeten Wanderung beruht, die, wenn der Ansiedelung Raum geschafft würde, jene Grenzlinie vorrücken müsste. Denn durch die Vegetation, welche sich des Bodens bereits bemächtigt hat, durch die Grösse des Raums selbst wird die Pflanzenwanderung in horizontaler weit mehr als in vertikaler Richtung erschwert, wo der klimatische Grenzwerth durch die Radien des Kreises, über den ein Gewächs seinen Samen austrent, so bald erreicht wird. Dies hat Sendtner durchaus übersehen, als er in seinem Werke über die Vegetation der bayerischen Alpen⁵⁾ klimatische und nicht klimatische Pflanzengrenzen ohne Unterscheidung zusammenstellte. Gerade die Alpen, die Hochgebirge überhaupt sind in dieser Beziehung lehrreich. Die horizontale Verbreitung der Pflanzen, welche die Kämme und Gipfel des Gebirgs bewohnen,

ist durch die Pässe und Thalfurchen gehemmt. Hier haben manche Arten an demselben Abhange einen weit grösseren Wechsel des Klimas zu ertragen, als wenn sie in gleicher Höhe durch die ganze Alpenkette fortgewandert wären, und es sind daher nur mechanische Hindernisse, wodurch entlegene Theile des Gebirgs, wie Illyrien und das Dauphiné, eine so hohe Eigenthümlichkeit ihrer Flora behaupten. Die Grenzen der östlichen und westlichen Alpenpflanzen haben nur für die Erforschung der Vegetationscentren eine gewisse Bedeutung, sie sind veränderliche, die klimatischen Grenzen sind unveränderliche Werthe und auf diese möchte ich nun überhaupt den Begriff der Vegetationslinien einschränken, um den Raum, den sie umschliessen, mit den Gebirgsregionen vergleichen zu können.

Die Aufgabe, diese wahren, klimatischen Vegetationslinien von historisch gegebenen Pflanzengrenzen zu unterscheiden, wird ferner dadurch erschwert, dass das Gedeihen eines Gewächses von den verschiedensten, gleichzeitig auf dasselbe wirkenden, klimatischen Einflüssen abhängt. Die Wälder bedürfen, um den jährlichen Kreislauf des Baumlebens zu vollenden, eines längeren Zeitraums, als kleinere Gewächse, und während dieser Periode der genügenden Wärme, aber zugleich auch einer grossen Masse von Wasser, welches von den Wurzeln zur Krone beständig durch die Stämme strömen muss. Die Baumgrenze ist daher sowohl von einer bestimmten Gestalt der Temperaturkurve, als von stetigen, den Boden tränkenden Wasserzuflüssen abhängig, und ihr Verlauf wird um so unregelmässiger, je weniger Wärme und Feuchtigkeit zu einander in geographischer Beziehung stehen. Von den einzelnen Holzgewächsen ertragen einige die höchsten Kältegrade, bei denen das Quecksilber starr wird, andere erfrieren leicht, gewisse Arten, wie der Weinstock, bringen ihre Früchte nicht zur Vollkommenheit, wenn die Reife durch die Wärme des Spätsommers nicht begünstigt ist. Bäume, deren Wurzeln tief in den Boden eindringen, können in einem grossen Theile Sibiriens nicht gedeihen, wo das unterirdische Eis im Sommer nur oberflächlich aufthaut. Alle diese Aenderungen der physischen Lebensbedingungen, deren Mass durch die Gestalt der jährlichen Temperaturkurve, durch die Wärme der einzelnen Jahresabschnitte gegeben ist, hängen theils von den Breitengraden; theils von dem Gegensatz des See- und Kontinentalklimas ab, sie steigern oder mindern sich sowohl

mit der solaren Wärme, als mit dem geographischen Abstände vom atlantischen Meer. Die Vegetationslinien entsprechen demnach nicht immer dem Verlauf bestimmter, klimatischer Grenzwerte, sondern dem Zusammenwirken mehrerer. Auf Karten eingetragen, erscheinen sie oft viel unregelmässiger, als die Grenzen der Wald- und Schneeregionen, welche die unmittelbare Anschauung oft schon aus der Ferne oder vom Fusse des Gebirgs aus als horizontal verlaufende Linien weithin unterscheidet. In vertikaler Richtung nimmt die Wärme der Luft und des Bodens mit der Höhe so regelmässig ab und so viel rascher, als andere klimatische Werte sich ändern, dass der Einfluss der übrigen weniger bemerklich ist. In der Ebene hängen zwar das solare Klima und die Tageslänge von den Parallelkreisen des Aequators ab, aber andere klimatische Einflüsse, die bedeutend auf die Lage der Vegetationslinien einwirken, sind ebenso unregelmässig vertheilt, wie Festland und Meer, wie Gebirgsketten und Fläche, und hiedurch verwickelt sich die Aufgabe, in jedem einzelnen Falle das bestimmende, klimatische Moment zu erkennen. Allein dieser Schwierigkeit ist doch dadurch auszuweichen möglich, dass die Organisation der Pflanzen auf diejenigen klimatischen Einflüsse schliessen lässt, von denen ihr Wohngebiet bestimmt wird. Die Dauer der Entwicklungsperiode, die nur innerhalb gewisser Grenzen sich verkürzen kann, die Unfähigkeit, niederen Temperaturgraden Widerstand zu leisten, sind solche Lebenserscheinungen, aus denen wir auf den Zusammenhang zwischen der Organisation und bestimmten klimatischen Werthen mit Sicherheit schliessen können.

Wäre es nun aber auch gelungen, die Vegetationslinien auf klimatische Einflüsse zurückzuführen, so ist doch damit allein die Aufgabe noch nicht erfüllt, ein natürliches Florengebiet in bestimmte, geographische Abschnitte zu zerlegen. Dies wird erst dadurch erreicht, dass die klimatischen Grenzwerte, die zur Eintheilung dienen sollen, von gleichartiger Beschaffenheit sind. Denn die Linien, welche den verschiedenartigen Einflüssen des Klimas auf das Pflanzenleben entsprechen, kreuzen sich in mannigfaltigen Richtungen und sind daher, in ihrer Gesamtheit aufgefasst, untauglich, den Charakter einer abgesonderten Räumlichkeit auszudrücken. Im mittleren Russland schneidet die Südostgrenze der Calluna-Haide die Polargrenzen der meisten Laubhölzer, die in nordöstlicher Richtung

aufhören⁶⁾. So ist auch die Vegetationslinie der europäischen Weinkultur, weil die Wärme des Spätsommers, die sie bedingt, nach Norden und Westen abnimmt, eine Nordwestgrenze, die der Buchenwälder, von den in nördlicher und östlicher Richtung geänderten, klimatischen Werthen abhängig, eine nordöstliche. Beide Gebiete, die des Weinbaus und des Buchenwalds, sind von einander unabhängig, am Rhein fallen sie zusammen, in Dänemark, in England wird die Buche vom Weinstock nicht begleitet. In den Ostseeprovinzen würde andererseits der Weinbau über die Buchenwälder hinausreichen, wenn nicht hier ein anderer klimatischer Einfluss, die Verkürzung des Sommers, dem Fortkommen der Rebe ebenfalls eine Schranke setzte. Zu geographischen Eintheilungen können nur solche klimatische Linien benutzt werden, die, ohne sich irgendwo zu schneiden, gleichsam harmonisch verlaufen und den Kontinent daher in räumlich abgeschlossene Abschnitte theilen. Welche Werthe dazu ausgewählt werden, ist bis zu einem gewissen Grade willkürlich, aber in den nördlichen Breiten Europas und Asiens eignen sich zu diesem Zwecke doch nur diejenigen, welche die Abstufungen des See- und Kontinentalklimas bezeichnen, weil durch sie allein die Physiognomie der Wälder, der hier durchaus vorherrschenden Formationen, wesentlich geändert wird.

Bevor jedoch auf das See- und Kontinentalklima näher eingegangen wird, ist der allgemeine, klimatische Charakter der europäisch-sibirischen Flora zu untersuchen, welcher den übereinstimmenden Verhältnissen der Vegetation zu Grunde liegt. Es sind die Bedingungen des Baumlebens zu erörtern, die der arktischen Flora fehlten, und die hier zuerst gegeben sind, um sofort, jede andere Vegetation überwältigend, die volle Energie des Waldes hervorzu-bringen. Je höher ein Gewächs über den Erdboden sich erhebt, je grösser das Gewicht wird, welches die unteren Organe zu tragen und zu stützen haben, desto kräftiger müssen diese an Masse und Kohäsion sich ausbilden. Der Holzstamm leistet dasselbe für die Krone des Baumes, was den Säulen eines Bauwerks übertragen ist, deren Stärke mit der Last des Gewölbes in einem angemessenen Verhältniss steht. Die Bäume des Nordens sind dikotyledonisch, ihre Krone nimmt, so lange das Leben fortdauert, von Jahr zu Jahr stetig an Umfang und Gewicht zu. Diesem entspricht das jährlich wiederkehrende Wachs-

thum des Holzstammes im transversalen Durchmesser, die beständige Erneuerung der Rinde, durch welche die zartesten, die entwicklungsfähigen Gewebtheile gegen die Atmosphäre geschützt werden. Hier werden viel mannigfaltigere, vegetative Prozesse zum Bedürfniss, als bei Gewächsen von geringerer Grösse, und jeder einzelne Process fordert, um das Material zu bereiten, es an den Ort seiner Bestimmung zu leiten und zu verwenden, ein bestimmtes Zeitmass. In einem Klima, wo die Vegetation noch immer durch die sinkende Temperatur lange Zeit unterbrochen wird, ist die Entwicklungsperiode für alle diese Wachstumsphasen karg zugemessen. Derjenige Abschnitt der Temperaturkurve, der vegetative Prozesse zulässt, erhält die Bedeutung eines klimatischen Grenzwerths, der für verschiedene Bäume von ungleicher Dauer sein kann, aber für alle Bäume einen verhältnissmässig grösseren Umfang haben muss, als für Sträucher und Stauden. Die Belaubung, die Ablagerung von Nahrungsstoffen, die im Frühjahr benutzt werden, die Bildung überwinternder Knospen, die Entwicklung von Blüten und Früchten, aber dies sind Phasen des Pflanzenlebens, die den mehrjährigen Gewächsen nördlicher Klimate gemeinsam angehören. Aber die Bäume bedürfen ausserdem noch des fortschreitenden Stammwachstums, und da sie zugleich an Masse der zu bildenden Gewebtheile die übrigen Gewächse übertreffen, so muss auch das Zeitmass ihrer jährlichen Vegetationsperiode, um alle diese organischen Arbeiten zu vollenden, grösser sein. Die erste klimatische Bedingung des Baumlebens ist demnach eine bestimmte Dauer der Vegetationsperiode. Nehmen wir an, dass ein Baum, um nach dem Winter seine Wachstumsphasen zu beginnen, einer Temperatur von 8° R. bedarf, und dass er im Herbst wieder aufhört thätig zu sein, wenn die Wärme unter diesen Werth herabsinkt, so fragt sich, wie viel Zeit zwischen diesen beiden Ordinaten der Temperaturkurve mindestens eingeschlossen sein muss, damit jenen mannigfachen Aufgaben genügt werde. Hierüber ist ein Aufschluss aus den klimatischen Beobachtungen an der Baumgrenze zu erwarten. Aus den Wärmemessungen zu Alten im skandinavischen Lappland (70° N. B.) geht hervor⁷⁾, dass hier, wo für die vegetativen Prozesse nur ein Spielraum von drei Monaten übrig bleibt, der durchschnittliche Grenzwert erreicht ist, den das Baumleben noch ertragen kann. Hiemit steht in einem

gewissen Einklang, dass in Mitteleuropa der Zuwachs des Holzes zu Anfang Mai beginnt und mit dem August endet, also etwa vier Monate in Anspruch nimmt. Dies sind, wie gesagt, nur Durchschnittswerthe, die aber eben als solche das klimatische Verhältniss des Waldgebiets zu den baumlosen Gegenden ausdrücken. Abgesehen davon, dass die Insolation den vegetativen Process früher hervorrufen kann, als das Thermometer erwarten lässt, mag an der Polar- grenze der Wälder die erhöhte Tageslänge zur Verkürzung der Ent- wicklungsperiode beitragen. Auch ist die Dauer derselben bei verschiedenen Bäumen ungleich und die Lage der Baumgrenze daher auch von der Baumart abhängig, welche sie bildet. Im Taimyrlande Sibiriens gehen die Bäume weiter nach Norden als irgendwo sonst (72°)⁹⁾, aber hier ist an der Baumgrenze nur noch die Lärche übrig, deren Nadelschmuck daselbst nur zehn Wochen dauert⁹⁾, und die auch in den Alpen höher als andere Coniferen ansteigt. Dieser Baum wird zwar nicht, wie es bei anderen Nadelhölzern der Fall ist, zum Strauch, wenn sein klimatischer Grenzwert überschritten ist, aber er verzüchtet sich zuweilen zu mannshoher Zwerggestalt, und in diesem Falle kann, da nun nur wenig Holz zu bilden ist, die Belau- bungszeit noch mehr verkürzt werden¹⁰⁾. Middendorff, dessen aus- gezeichneten Forschungen in Sibirien wir auch über das Klima an der Baumgrenze die wichtigsten Aufschlüsse verdanken, hat die Ein- würfe vollständig zusammengestellt, welche man gegen die Benutzung der meteorologischen Beobachtungen zur Ermittlung der physischen Bedingungen des Baumlebens aus diesen und ähnlichen Verhältnissen ableiten kann, aber diese Einwürfe treffen den Hauptsatz nicht¹¹⁾, dass der Umfang der zu leistenden organischen Bildungen mit dem dazu erforderlichen Zeitmass in Beziehung steht, und dass dieses bei den hochstämmigen Holzgewächsen nicht erheblich unter drei Monate sinken darf.

Eine zweite klimatische Bedingung des Baumlebens besteht darin, dass dasselbe einer höheren Sommerwärme bedarf, als die arktische und alpine Flora. Es ist ein Erfahrungssatz, dass die Bäume des Nordens sich im Frühlinge erst belauben, wenn die Wärme sich zu einer Höhe erhebt, die in den arktischen Tundren nicht er- reicht wird. Auf dem Bernhardospiz (7670 Fuss) steigt die Mittel- wärme nicht eines Monats bis zu 6° R., und hier ist daher kein

Baumleben mehr möglich. Aber es ist einleuchtend, dass zwischen diesen hochalpinen Höhen und der Baumgrenze selbst eine Region liegt, wo die Belaubung noch stattfinden, aber das Holz der Bäume sich nicht mehr ausbilden könnte. So wirken Mass und Dauer der Sommerwärme zusammen, um dem Baumleben eine unveränderliche Polar- und Höhengrenze zu setzen.

Von diesen äussersten Waldstrecken bis zu den südwestlichen Küstenlandschaften am biscayischen Meerbusen ist dem allmäligen Wechsel der Temperatur der weiteste Spielraum gegeben, und doch begleitet uns die Kiefer (*Pinus sylvestris*) von den Pyrenäen bis zum Amur. In weit höherem Grade, als die Wärme, ändert sich innerhalb dieses Gebiets unter dem Einfluss des See- und Kontinentalklimas die Dauer der Vegetationszeit. Rechnen wir hiezu als Durchschnittswerth denjenigen Abschnitt der Jahreskurve, während dessen die Temperatur sich über 8° R. erhält, so beschränkt sie sich in dem kontinentalsten aller Klimate, zu Jakutsk an der Lena, wie an der Polargrenze der lappländischen Wälder auf drei und dehnt sich im Seeklima von Bordeaux über acht Monate aus¹²⁾. Dies ist das äusserste Mass des Wechsels der Entwicklungsperiode, dem sich ein Baum, wie die Kiefer, anzubequemen hat. Und dennoch liegt einer so grossen Ungleichheit der Lebensbedingungen, wie ich schon vor dreissig Jahren gezeigt habe¹³⁾, ein gemeinsames klimatisches Moment zu Grunde, eine nahezu gleiche Mitteltemperatur der Vegetationszeit (die *Phytoisotherme*). Die Mittelwärme der drei Sommermonate von Jakutsk ($13^{\circ},2$) ist fast dieselbe, wie die der acht Monate der Entwicklungsperiode zu Bordeaux ($13^{\circ},9$). So sehr wird das Wärmemass des See- und Kontinentalklimas, welches den Gewächsen während ihrer Vegetationszeit zu Gebote steht, durch die ungleiche Dauer ihrer Entwicklung ausgeglichen. Seit ich diese Thatsache nachwies, deren Begründung und Beurtheilung nach den gegenwärtig vorliegenden Messungen freilich mancher Berichtigung bedürfen würde, hat sich dennoch in dem Umfange des Waldgebiets nur eine einzige wesentliche Beschränkung ihrer Allgemeingültigkeit ergeben. Diese besteht darin, dass an den Polargrenzen des Baumwuchses jene Mittelwärme nicht erreicht wird. Die Vegetationszeit von Alten in Lappland dauert zwar ebenso lange wie an der Lena, aber die Mittelwärme dieser Periode ist fast um vier Grade geringer

(90,5 R.). Aus dieser Abweichung, die doch dem Spielraum der Isothermen und anderer Wärmewerthe gegenüber nicht beträchtlich erscheint, darf man zu schliessen geneigt sein, dass es die in der arktischen Zone vergrösserte Tageslänge ist, welche hier während des Sommers eine noch stärkere Beschleunigung der Bildungsprocesse veranlasst, als in dem Kontinentalklima von Jakutsk, das acht Breitengrade südlicher liegt, und wo die Sommertage daher schon bedeutend kürzer sind. Liesse sich diese Auffassung, auf welche wir später zurückkommen, schon jetzt durch vergleichende Beobachtungen über den täglichen Gang des Wachstums fester begründen, so wäre das wichtigste Verhältniss zwischen der Wärme und der Vegetation doch noch im ganzen Gebiete der europäisch-sibirischen Flora übereinstimmend, dasselbe Durchschnittsmass der Temperatur während einer Entwicklungsperiode von ungleicher Dauer. Aber nur gewissen Pflanzen könnte diese Bedingung genügen, die eine Fähigkeit voraussetzt, von den Schwankungen der Wärme sowohl als von der Dauer ihrer Einwirkung in so hohem Grade unabhängig zu sein. Zahlreiche Vegetationslinien sind daher der Ausdruck der engeren Lebensbedingungen, an welche die meisten, einheimischen Gewächse gebunden sind.

Wenden wir uns von den allgemeinen Temperaturbedingungen des Waldgebiets zu dem Wasserbedürfniss der Bäume, so wird dieses dadurch erfüllt, dass während der ganzen Vegetationsperiode der Erdboden von genügender Feuchtigkeit ununterbrochen getränkt ist. So lange das Wachsthum der Pflanzen fort dauert, muss eine stetige Saftströmung von den Wurzeln bis zu den Blättern stattfinden, die das Wasser durch Verdunstung wieder entfernen, sofern es nicht selbst zur Ernährung dient. Dieser Wasserstrom ist nothwendig, um die Nährstoffe des Erdbodens dem Laube zuzuführen, wo sie mit der atmosphärischen Kohlensäure in chemische Wechselwirkung treten, wo das Unorganische, um im lebendigen Gewebe verwendet zu werden, sich zu organischen, bildungsfähigen Verbindungen umgestaltet. Das Mass des hiezu erforderlichen Wassers ist von der Grösse des Gewächses abhängig, nach dem Durchschnittswerthe von Hales beträgt es in 24 Stunden so viel wie das halbe Gewicht der ganzen Pflanze, und die Bäume haben daher als hydraulische Maschinen eine erstaunliche, kleinere Organismen weit übertreffende

Leistungsfähigkeit. Da im Verhältniss zu diesen Massen nur verschwindend wenig zur Ernährung verwendet wird, so steht die Aufsaugung des Wassers durch die Wurzeln mit der Abgabe aus den Blättern an die Atmosphäre im Gleichgewicht. Jeder Stillstand dieses Wasserstroms ist ein Stillstand auch des Wachstums. Die Stetigkeit des Zuflusses beruht auf der Feuchtigkeit des Erdbodens, diese auf der Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge, die ihn tränken, auf der grossen Circulation des Wassers durch die Luft. Das Waldgebiet nun wird dadurch von den südwärts angrenzenden Steppen, so wie von den Ländern am Mittelmeer klimatisch abgesondert, dass diese Circulation ununterbrochen fort dauert, dass keine regenlose Perioden sich einschalten, die einen Stillstand in der Entwicklung der Pflanzen bewirken müssten. Von einem Niederschlage bis zum folgenden bewahrt bei normalen Witterungsverhältnissen der Boden Feuchtigkeit genug, um den Ansprüchen der Vegetation zu genügen. Dies ist die Folge des stetig abwechselnden Kampfs zwischen heiteren und Wolken spendenden Luftströmungen, der die Zone der nördlichen Wälder auszeichnet und dieser mit dem arktischen Gebiete gemeinsam ist. Gerade im Sommer fällt hier der meiste Regen und begleitet die höchste Entfaltung des Pflanzenlebens. Die Vegetationszeit ist hier nur durch die sinkende Temperatur, nirgends durch Mangel an Feuchtigkeit eingeschränkt.

Dass die Bäume einer grösseren Masse atmosphärischen Wassers bedürfen, als die kleineren Gewächse, ist ein Verhältniss, welches die geographische Vertheilung des Regens nur scheinbar berührt, da nirgends in dem Gebiete die Trockenheit so gross ist, um das Gedeihen des Waldes zu beschränken. Auch zeigen sich die regenreichsten Landschaften an den Küsten und in den Gebirgen nicht bevorzugt. Wenn die Ebenen des westlichen Europa gegenwärtig weniger Wald besitzen, als die Gebirgszüge, so liegt die Ursache augenscheinlich nur darin, dass der Ackerbau, als er anfang in den ursprünglichen Naturzustand einzugreifen, in den Tiefländern günstigere Bedingungen vorfand, als auf den geneigten und mit weniger Erdkrume bedeckten Berggehängen. Wenn gerade die feuchten Küsten oft am wenigsten bewaldet sind, so fehlt es hier den Bäumen, so lange ihre Stämme noch schwach sind, an hinlänglichem Schutz gegen stürmische Seewinde. Ihre Vegetation war ursprünglich fast

überall gleichmässig gesichert, weil diejenige Feuchtigkeit, die durch ihr Gewebe strömt, doch nur einen verhältnissmässig kleinen Theil von den Wassermassen bildet, welche die Verdunstung des Meers den Kontinenten zuführt, und wovon das Uebrige auf unorganischen Bahnen wieder dahin zurückkehrt.

Eine viel wichtigere, vielfach angeregte und in verschiedenem Sinne beantwortete Frage ist es; welche Wirkung die Wälder auf das Klima ausüben, und ob die Kultur, indem sie dieselben lichtete und auf dem einst vom Dickicht der Bäume beschatteten Boden sonnige Ackerfelder ausbreitete, dadurch wesentliche Aenderungen in den physischen Lebensbedingungen der organischen Natur herbeiführte. Die Ueberlieferungen der Geschichte weisen darauf hin, die Beobachtungen über die nachtheiligen Wirkungen, welche die Zerstörung der Wälder nach sich zieht, lassen keinem Zweifel Raum, nur über die Art und den Umfang der klimatischen Einflüsse, die dem Baumleben im Haushalte der Natur zugetheilt sind, herrschen widersprechende Ansichten. Hiebei sind die verschiedenen Fragen zu unterscheiden, ob nur die Feuchtigkeit oder auch die Wärme des Klimas mit der Bewaldung sich ändert, sodann, ob die atmosphärischen Niederschläge an Masse zunehmen oder nur der Zeit nach sich anders vertheilen. Allgemein anerkannt ist der Einfluss der Wälder auf die gleichmässigere Benetzung des Bodens im Verlaufe der Jahreszeiten. Diese Wirkung lässt sich unmittelbar am leichtesten beobachten, weil der Wasserstand der Flüsse, die aus waldigen Gegenden kommen, sich weniger ändert, als in offenen Landschaften. Der humose, von den Wurzeln der Bäume durchflochtene Erdboden hält die Feuchtigkeit der Niederschläge zurück, die sonst rascher zu den Quellen abfließt¹⁴⁾. Auch die Niederschläge selbst treten häufiger ein, weil jedes Blatt eine verdunstende Scheibe ist, die Laubmasse eines Waldes eine Wasserdampf liefernde Oberfläche von beispiellosem Umfange bildet und die Verdunstungskälte sich den benachbarten Luftschichten mittheilt, in denen der Dampf sich wiederum zu Nebel und Wolken verdichten kann. Die Wolkenbildungen des Sommers kann man als ein topographisches Spiegelbild der Landschaft betrachten, wo die Zwischenräume des blauen Himmels den offenen und stärker erhitzten Gliederungen der Erdoberfläche entsprechen, aus denen die warmen Luftströme aufsteigen, welche die

Nebelbläschen wieder auflösen. Wäre das Ganze nicht in Bewegung, so würde es im Walde noch häufiger regnen, aber der Wechsel der waldigen und waldlosen Strecken ist die günstigste Bedingung für örtlich begrenzte Niederschläge, die auch dann eintreten, wenn die allgemeine Windesrichtung Trockenheit ankündigt. Die häufige Benetzung des Bodens ist im Grunde nur eine Folge von der mannigfaltigen Gliederung der Erdoberfläche nach verschiedenen Graden der Erwärmungsfähigkeit. Wäre Europa noch durchaus mit Wäldern bedeckt, so würde dieser Einfluss aufhören, und doch nehmen Naturforscher, wie Dove, an, dass derselbe der einzige sei, den die Bekleidung des Bodens mit Bäumen auf das Klima ausübe. Dieser grosse Kenner der atmosphärischen Bewegungen spricht die Ansicht aus, dass die Wälder auf die Menge des Regens nicht wesentlich einwirken, sondern nur auf die Zeit, in der die Niederschläge herabfallen¹⁵⁾. Er führt als Grund seiner Meinung an, dass die Regenmenge im Grossen von der unsymmetrischen Vertheilung des Meers und des Festlands abhängt, dass das Wasser selten da herabfällt, wo es verdunstet, und dass das Meerwasser die allgemeine Quelle ist, aus welcher die Kontinente ihre Feuchtigkeit beziehen. Die Sonnenwärme ist es, die den Dampf aus dem Meere emporhebt, und wie in einem Destillirkolben verdichtet sich derselbe da, wo er mit kälteren Körpern in Berührung tritt. Jede Verdichtung, jede Bildung von Nebelbläschen und Tropfen, schafft wieder Raum für neuen Wasserdampf, und daher sind die Gebirge, die kältesten Theile des Festlands, die Zielpunkte, zu denen der Wasserdampf des Meers am entschiedensten hinstrebt, wo die Atmosphäre durch Niederschläge am stärksten ausgetrocknet wird. Je mehr Wasserdampf verloren geht, desto mehr strömt auch wieder aus den seitlich gelegenen Luftschichten herbei, und desto stärker wird die Verdunstung, die ihn in der Ferne immer wieder auf's Neue erzeugt. Aber wirken nicht auch die Wälder in einem ähnlichen Sinne auf die Bewegungen des Wasserdampfs, wie die Gebirge, wenn auch in niederem Grade? sind sie nicht auch kälter, als die offenen Landschaften des Festlands? Lässt sich dies nachweisen, so muss auch in den Waldgebieten der Erde die Regenmenge unter übrigens gleichen Bedingungen grösser sein. Wenn die Beobachtungen in den verhältnissmässig trockenen Ebenen Sibiriens gegen diese Folgerung zu sprechen

scheinen, so ist zu berücksichtigen, dass entgegengesetzte Einflüsse diese Wirkungen aufheben können, dass durch die Entfernung des Meers oder durch vorliegende Gebirgszüge den Wäldern der Wasserdampf entzogen werden kann. Es lassen sich drei physiologische Verhältnisse anführen, von denen die Temperatur des Waldes abhängt, und die, in gleichem Sinne zusammenwirkend, während der Vegetationsperiode eine örtliche Abkühlung und damit eine Vermehrung der Niederschläge herbeiführen. Zuerst die Beschattung durch die Laubkronen, welche die Sonnenstrahlen von den erwärmungsfähigsten Körpern, von den unorganischen Erdkrumen abhalten, sodann der Wasservorrath sowohl in den festen Geweben, worin derselbe einen bedeutenden Theil von dem Gesamtgewicht des in der Fülle der Vegetation stehenden Baums ausmacht, als auch im Boden, der die Feuchtigkeit zurückhält, endlich die Verdunstung der Blätter, wodurch die Wärme der Umgebungen gemindert wird: alles dies sind stetig wirksame Quellen der Abkühlung. Ihre Wirkungen zeigen sich in den Messungen der Temperatur theils des Holzgewebes der Bäume im Sommer, theils des beschatteten Bodens im Gegensatz zu der Erdwärme offener Landschaften. Im Winter treten freilich entgegengesetzte Bedingungen ein, dann überwiegt die Strahlung aus dem unbewaldeten Erdboden und bringt hier grössere Kälte hervor, während zugleich die Verdunstung mit dem Laubabfall aufhört. Aber was im Sommer für die Beschleunigung der Wassercirculation durch die Atmosphäre von den Wäldern geleistet wurde, ist als ein positiver Werth in der Regenmenge des ganzen Jahres enthalten. In den Gebirgen mag die Verminderung der Niederschläge, wenn sie entwaldet wurden, nicht immer nachzuweisen sein, weil die Wirkung der Bäume viel geringer ist, als die des kalten Bodens selbst, aber in den Tiefländern der tropischen Zone, in Indien, in Brasilien, hat man stets den Waldverwüstungen eine Schwächung der Regenzeit folgen sehen. Ich glaube daher gegen die vorhin angeführte Ansicht den Satz aussprechen zu dürfen, dass die Lichtung der Wälder in Europa die Niederschläge verringert und das Wärmeklima kontinentaler gemacht hat. Dieses Ergebniss aber ist nicht bloss wichtig, um im Interesse des Ackerbaus die Schonung der Wälder zu empfehlen, sondern wird auch weiterhin eine Anwendung auf die Frage finden,

ob in historischer Zeit die Verbreitungsgrenzen der Organismen sich geändert haben.

Nachdem nun in der gleichmässigen Mittelwärme der Vegetationszeit und in der dauernden Benetzung des Bodens durch Niederschläge die gemeinsamen, klimatischen Bedingungen des Waldgebiets der östlichen Hemisphäre dargelegt sind, kehren wir zu der Aufgabe zurück, eine geographische Gliederung desselben nach bestimmten Vegetationslinien zu versuchen. Der Begriff des See- und Kontinentalklimas, der hier zu Grunde gelegt werden soll, erfordert eine nähere Auseinandersetzung, indem diese Gegensätze nicht überall rein hervortreten. Die verschiedene Erwärmungsfähigkeit des Meers und des Festlands durch die Sonne bewirkt, dass die Temperaturkurve um so stärker gekrümmt ist, je weiter ein Ort von der Küste entfernt liegt, weil dem Wasser eine gleichmässigeren Temperatur eigen ist, der feste Boden hingegen im Sommer höher erwärmt, im Winter durch Strahlung stärker abgekühlt wird. Dies ist der allgemeine Ausdruck des reinen See- und Kontinentalklimas, und die Vegetation findet daher im Inneren des Festlands heissere Sommer und kältere Winter, an den Küsten geniesst sie des Vortheils einer längeren Entwicklungszeit. Allein durch die Untersuchungen Dove's über die Temperaturkurven¹⁶⁾ hat sich herausgestellt, dass an den Ostküsten beider Hemisphären das Seeklima in höheren Breiten nicht vollständig ausgeprägt ist, sondern die Temperaturkurve ein gemischtes Verhältniss dieser Gegensätze darstellt und den kühlen Sommer des Meers mit dem kalten Winter des Binnenlandes verbindet. Es muss daher in der gemässigten Zone das reine See- und Kontinentalklima von den gemischten Klimaten unterschieden werden. Die grössere Wärme der europäischen Westküste beruht theils auf der tropischen Meeresströmung, welche sie bespült, theils darauf, dass die Winde in ungleichem Sinne wirken, je nachdem sie See- oder Landwinde sind. Wenn die östlichen Polarwinde über das Festland wehen, reinigen sie die Atmosphäre von Wolken und erzeugen, indem sie den Sonnenstrahlen ihre volle Wirkung lassen, im Sommer die höchsten Temperaturen. Sie verhalten sich im Winter zwar entgegengesetzt, dann hat die Strahlung aus dem Boden, welche die niedrigsten Temperaturen hervorruft, freien Spielraum, aber die Sommerwärme des Kontinentalklimas nimmt nicht in gleichem Grade

zu, wie die Winterkälte. Die Landwinde bringen daher an eine Westküste weniger Sommerwärme, als sie einer Ostküste Winterkälte zuführen. Ueber das Meer kommend, sind die Luftströmungen in jeder Jahreszeit von den mittleren Wärmegraden desselben begleitet. Mit den Westwinden entsteht in Europa ein bewölkter Wasserhimmel, nach Ostsibirien verbreiten dieselben die strengste Winterkälte, weil sie aus den kältesten Gegenden des Kontinentalklimas entspringen. Die Küsten haben also, auch abgesehen von der Vertheilung der beiden allgemeinen Luftströmungen nach den Jahreszeiten, je nach ihrer Lage ihre besonderen Temperaturquellen, die, entgegengesetzt wirkend, in Europa das reine Seeklima ausbilden, während an den Ostküsten Sibiriens der Winter kontinental ist und der Sommer wenig erwärmt wird. Dort überwiegen die Wirkungen des heiteren und unwölkten Himmels auf die Temperatur, hier die Einflüsse, welche auf der Herkunft des Windes beruhen, weil das Centrum des kontinentalen Klimas viel näher liegt.

Dies ist nämlich das zweite Moment, welches die normale Anordnung der See- und Kontinentalklimate verändert. Nicht mit dem Abstände vom Meere allein vermindert sich dessen Einfluss, sondern die äussersten Gegensätze der Sommer- und Wintertemperatur treten in Sibirien erst an der Lena hervor. Jakutsk ist der Winterkältepol der östlichen Hemisphäre. Hier ist der Boden nach Middendorff über 600 Fuss tief gefroren, aber da die oberflächlichen Schichten im Sommer hinreichend aufthauen, äussert das unterirdische Eis auf das Wachsthum der Waldbäume keinen Einfluss und auch der Ackerbau ist diesen kalten Gegenden an der Lena nicht fremd. Diese Verrückung und höchste Steigerung des kontinentalen Klimas von den mittleren Meridianen bis zu dem fernen Osten ist eine Folge von der Gestaltung des nördlichen Asiens, sowie von der grossen Küstenentwicklung Europas. Dove hat nachgewiesen, dass das atlantische Meer durch ganz Europa bis an den Ural seinen mildernden Einfluss äussert. In Sibirien hingegen vermag das stille Meer die nach Osten wachsenden Gegensätze des Sommers und Winters wenig aufzuhalten und mässigt sie in bedeutenderem Grade erst auf der Halbinsel von Kamtschatka. Eine Gebirgskette, die den Meerbusen von Ochotsk weit über die Amurmündung hinaus umsäumt, hindert die Feuchtigkeit des Seewinds in das Binnenland einzudringen und die Sommer-

wärme der Küste selbst wird durch treibende Eismassen vermindert. Aber wenn diese Verhältnisse den Einfluss des Meers auf einen engen Raum einschränken, so ist im Inneren von Sibirien die östliche Verschiebung der kontinentalen Jahreszeiten von den Hochländern Centralasiens und der Wüste Gobi abzuleiten. Das kontinentale Klima wird nicht bloss durch den unmittelbaren Einfluss des Meers, sondern auch durch die äquatorialen Luftströmungen gemässigt, welche in ihren von Südwest nach Nordost gerichteten Bahnen die Wärme niederer Breiten dem Norden zuführen. In dieser Richtung nun liegen dem grössten Theile Sibiriens die höchsten Gebirgsketten der Erde und die sie verbindenden oder sich ihnen anschliessenden Hochflächen gegenüber, so dass alle Wärme des Südens der Atmosphäre entzogen ist, ehe die Südwestwinde das sibirische Tiefland erreicht haben. Man erkennt aus der Lage von Jakutsk an der Lena, dass eine Linie, von hier aus nach Südwesten bis Indien gezogen, gerade dem grössten Durchmesser der Hochlande entspricht, wo die Trockenheit der Luft und die Erhebung des Bodens vom östlichen Altai bis zum Himalaja die das Klima mässigenden Einflüsse des tropischen Asiens am vollständigsten ausschliesst. Auf der anderen Seite weist der Ursprung nordöstlicher Luftströmungen an der Lena auf das erst kürzlich entdeckte Festland, welches Ostsibirien im Eismeere gegenüberliegt, und vielleicht haben hier auch die Polarwinde weniger Feuchtigkeit als weiter westwärts. Der heitere Himmel, der die meisten Luftströmungen begleitet, gestattet den Wäldern und selbst dem Ackerbau über dem tief gefrorenen Erdboden sich zu entwickeln, aber im Winter hemmt er den Schneefall und unter dem Einfluss der nächtlichen Ausstrahlung gefriert Wochen lang das Quecksilber.

Unter allen die Physiognomie der Landschaft bestimmenden Waldbäumen ist die Buche der vollkommenste Ausdruck für den klimatischen Einfluss des Seeklimas in Europa. Die nordöstliche Vegetationslinie der Buche beginnt im südlichsten Theile Norwegens (zwischen Holmestrand und Frederiksvärn, 59° N. B. 17), berührt die schwedische Westküste von Gothenburg, geht an der Ostküste nur bis Kalmar [57° 01' 18] und durchschneidet fast geradlinig den Kontinent vom frischen Haff bei Königsberg aus über Polen bis Podolien 19) und bis sie jenseits der Steppen in der Krim und am Kaukasus

sich wieder fortsetzt. Im europäischen Russland finden sich daher die Buchenwälder nur in einigen westlichen Grenzprovinzen. In nordöstlicher Richtung erhöht sich die Winterkälte sowohl als auch die Vegetationszeit verkürzt wird. Die Frage, welcher dieser beiden klimatischen Werthe es sei, wodurch die Buche von Osteuropa ausgeschlossen wird, löst sich dadurch, dass die Winterkälte in Gothenburg, wo sie noch gedeiht, strenger ist¹⁷⁾, als an der Westküste von Norwegen und im Norden von Edinburg, wo sie nicht mehr vorkommt. Eine Verkürzung der Vegetationsperiode auf einen Zeitraum von weniger als fünf Monaten aber erträgt die Buche nicht. Sie belaubt sich in Kopenhagen, nicht fern von ihrer Polargrenze, zu Anfang Mai²⁰⁾, und zu dieser Zeit hebt sich dort die tägliche Wärme auf 8° R. Nehmen wir an, dass die Buche ihre Blätter daselbst wieder verliert, wenn die Temperatur unter diesen Werth gesunken ist, so erhalten wir eine Vegetationszeit von fünf Monaten, vom Mai bis zum September, und in der That dauert dieselbe noch etwas länger, indem die Entlaubung erst etwa bei 6° eintritt. Jenseits der Verbreitungsgrenze ist die Zeit, in welcher das Thermometer sich über 8° hält, zu Christiania und Petersburg einen halben, zu Stockholm einen ganzen Monat kürzer. Die Buche gehört zu den Bäumen, welche ihre Entwicklungsperiode über jenes Mass hinaus weder verkürzen noch bedeutend verlängern können. Gerade da, wo ihre Vegetationslinie den europäischen Kontinent schneidet, erreicht das Waldgebiet, von Nordwesten nach Südosten gemessen, einen weit grösseren Durchmesser von Meer zu Meer, als in Deutschland und Frankreich, und somit liegt hier die Grenze des höher entwickelten Seeklimas, welches der Buche die nöthige Zeit zur Entwicklung einräumt. Deshalb eignet sich die östliche Buchengrenze vor allen anderen Vegetationslinien dazu, die beiden Hauptabschnitte der europäischen und der russisch-sibirischen Waldflora naturgemäss zu scheiden. Die erstere hat eine Vegetationszeit von fünf bis acht, die letztere von drei bis fünf Monaten.

In einer gewissen Harmonie und auf ähnliche klimatische Werthe gegründet, verlaufen die Polargrenzen der Eiche von Skandinavien nach Russland und verschiedener Nadelhölzer, welche die Birke begleiten, die letzteren von der lappländischen Baumgrenze durch das nördliche Russland und Sibirien, bis zuletzt am Amur wieder andere

laubtragende Bäume auftreten. Nach den hiedurch bezeichneten Verschiedenheiten des Waldcharakters lassen sich vier engere geographische Abschnitte in dem Gebiete der russisch-sibirischen Flora unterscheiden, die Laubwälder des mittleren Russlands diesseits des Ural, die Nadelwälder, die den Norden und einen grossen Theil Sibiriens bedecken, und die gemischten Bestände am Amur und in Kamtschatka, die wiederum unter sich abweichen. Weit schwieriger ist es, eine natürliche Gliederung der westeuropäischen Flora zu begründen, wo die Vegetationslinien sich viel mannigfaltiger durchkreuzen. Es erscheint daher passend, bei dieser Erörterung von den einfacheren und ursprünglicheren Verhältnissen der russischen Flora auszugehen.

Die Eiche (*Quercus pedunculata*) bildet im russischen Tieflande einen breiten Waldgürtel zwischen dem finnischen Meerbusen und der Steppengrenze, sie geht also ostwärts weit über die Buchenwälder hinaus, jedoch nur bis zum Ural, dessen Kamm ihrer Einwanderung nach Sibirien ein Ziel setzt. Die Polargrenze ist in Schweden ziemlich unregelmässig, weicht jedoch in ihrem Gesamtverlauf vom atlantischen Meere bis zum Ural nur wenig von den isothermen Linien (2—3⁰ R.) ab und ist schon aus diesem Grunde auf klimatische Bedingungen zu beziehen. Von der norwegischen Küste [63⁰ ²¹] senkt sie sich allmählig über Petersburg zur Breite von Perm [schwedische Ostküste 61⁰ ²²], Petersburg 60⁰ ²³], Ural 58⁰ ²⁴]. Diese Vegetationslinie ist dadurch merkwürdig, dass mit ihr fast überall auch die Polargrenze der Weizenkultur ²⁵) zusammenfällt. Die Eiche ist der charakteristische Baum in den Laubwäldern des mittleren Russlands, und ihr Gebiet jenseits der Buchengrenze keilt sich westwärts in Skandinavien zu einem ungleichmässig verschmälerten Gürtel aus. Es ist also einleuchtend, dass die klimatischen Momente, welche hier zu Grunde liegen, in einem anderen Verhältniss stehen, als diejenigen, welche die Buchengrenze bestimmen. Wenn dabei die Verkürzung der Vegetationszeit mitwirkt, so überwiegt doch der den Breitengraden entsprechende Einfluss der solaren Wärme. Kann aber überhaupt von einer gegen die Buche verkürzten Vegetationszeit die Rede sein, da die Eiche in Brüssel sechs, und in Petersburg sogar noch fünf Monate belaubt ist? ²⁶) Die Beobachtungen über die Entwicklungsperiode der Eiche zeigen, dass dieser Baum sich in

doppelter Beziehung anders verhält, wie die Buche. Um sich zu belauben, fordert er eine etwas höhere Temperatur (9—10° R., in Brüssel nur 8°, 25), im Herbste dagegen verliert er die Blätter erst, wenn die tägliche Wärme tiefer gesunken ist, als zu Anfang der Vegetationsperiode. Im westlichen Europa ist dieser Unterschied schon bemerklich, aber derselbe steigert sich an der Polargrenze sehr bedeutend: denn in Brüssel entlaubt sich die Eiche bei 6°, in Petersburg erst, wenn das Thermometer bereits unter 2° gesunken ist²⁶). Hiedurch wird es diesem Baume möglich, so viel weiter als die Buche in das Klima Russlands einzudringen, obgleich die Vegetationszeit fast dieselbe ist. Die Eiche fordert ein bestimmtes Mass solarer Wärme, aber während der letzten Zeiträume, in denen das Laub noch thätig ist, kann sie sich mit dem begnügen, was die in östlicher Richtung rascher sinkende Temperaturkurve ihr übrig lässt.

Auf die Eichenwälder folgt im Norden und Osten der Gürtel der Nadelhölzer, welcher im europäischen Russland den übrigen Raum bis zur Baumgrenze ausfüllt und jenseits des Ural durch ganz Sibirien an den Amur und zur Küste des Meers von Ochotsk reicht. Da sich eine ähnliche, der Temperatur entsprechende Anordnung in den Hochgebirgen wiederholt, wo die Coniferen die oberen, die Laubwälder die tieferen Waldregionen bilden, so kann die klimatische Bedeutung in jenem Verhältniss nicht verkannt werden. Aber die immergrünen Nadelhölzer eignen sich nicht zu Beobachtungen über die Dauer der Vegetationsperiode. Wiewohl auch sie ihre Nadeln im Frühlinge erneuern, so fehlt doch ein Zeitmass, den Abschluss ihrer Entwicklung im Herbste zu bestimmen, und ihre grünen Organe sind bereits in Thätigkeit, bevor sie anfangen, durch neue Bildungen ersetzt zu werden. So können wir auf die klimatischen Bedingungen der immergrünen Coniferen nur aus den sie begleitenden Gewächsen schliessen, denen eine strengere Periodicität zukommt, und hiezu bieten sich unter den Bäumen des nordöstlichen Waldgürtels die Birke und die Lärche dar. Die Polargrenze der Birke (*Betula alba*) ist mit der der immergrünen Nadelhölzer nahe übereinstimmend, die der Lärche geht in Sibirien darüber hinaus. Von anderen Laubhölzern unterscheidet sich die Birke dadurch, dass sie eines geringeren Masses von solarer Wärme bedarf, um ihr Wachs-

thum zu beginnen; sie belaubt sich schon, wenn die tägliche Wärme über 6° R. steigt und verliert ihre Blätter, wenn im Herbste dieser Werth nicht mehr erreicht wird²⁷⁾. Sie verhält sich also ganz anders, wie die Buche und die Eiche, und dadurch ist sie fähig, bis zu den baumlosen Polarländern vorzudringen. In Westeuropa dehnt sich ihre Vegetationszeit über ein halbes Jahr aus, in Petersburg beträgt sie noch fünf, in Lappland muss sie sich auf drei Monate beschränken. Denn hier findet sich die Birke bis zur Baumgrenze, die sie in Sibirien nicht erreicht [Norwegen 71° , Samojudenland 66° , Jenisei 69°]²⁸⁾. Der klimatische Grenzwert ihres Wohngebiets ist also dadurch bezeichnet, dass sie bis zum äussersten Mass, welches das Leben der Bäume ertragen kann, ihre Entwicklungsperiode zu verkürzen vermag. Da aber diese Verkürzung theils auf der Abnahme der solaren Wärme mit der Polhöhe, theils auf den Wechselwirkungen von Meer und Festland beruht, so erklären sich aus diesen Momenten die Unregelmässigkeiten im Verlauf der Polargrenze, die sich bei den immergrünen Nadelhölzern wiederholen. In Skandinavien reicht dieselbe unter dem Einfluss des Golfstroms am weitesten nach Norden, senkt sich von hier aus gegen das Samojudenland, begleitet die nordrussischen Nadelwälder nur spärlich und folgt sodann ostwärts in ziemlich gleichen Abständen der gewundenen Küstenlinie Sibiriens, bis sie, zurückgedrängt durch das excessive Klima an der Lena, zu niedrigeren Breiten übergeht²⁹⁾. Bei der Lärche ist die Verkürzungsfähigkeit der Entwicklungsperiode noch grösser, als bei der Birke. Während sie in Westeuropa über 7 Monate lang ihre Nadeln trägt³⁰⁾, bildet sie in Sibirien die Baumgrenze³¹⁾. Aber nicht hierauf beruht es, dass sie daselbst über die immergrünen Nadelhölzer und über die Birkengrenze hinausgeht, sondern auf einer anderen Eigenthümlichkeit. Sie hat nämlich vor der Birke dadurch einen Vorzug, dass sie noch grün bleibt, wenn die Temperatur schon weit tiefer gesunken ist, als zur Zeit ihres Ausschlagens. Bei Petersburg verliert sie ihre Nadeln erst, wenn die tägliche Temperatur unter den Gefrierpunkt fällt. In Westeuropa ist der Unterschied geringer. Sie findet also eine Entwicklungszeit von drei Monaten bei einer Temperaturkurve, wo der Birke kein solcher Abschnitt von genügender Wärme mehr zu Gebote steht. Indem daher die Lärche in ihrer klimatischen Sphäre die Eigenschaften der Birke und Eiche

vereinigt und noch weniger, als diese beiden Bäume, gegen Aenderungen der Entwicklungsperiode und gegen die Kälte am Schluss derselben empfindlich ist, reicht ihr Wohngebiet über alle anderen Bäume in dem kontinentalen Klima Sibiriens hinaus. Zwar pflegt man die sibirischen Lärchen³¹⁾ als besondere Arten von derjenigen, welche Europa bewohnt, zu trennen, aber da die Unterschiede geringfügig und veränderlich sind, erscheint es naturgemäss, sie nur als klimatische Varietäten aufzufassen. Ueberhaupt ist unter den sibirischen Coniferen nur die Pichta-Tanne (*Pinus Pichta*) mit Sicherheit als eigenthümliche Art zu betrachten. Sie geht nicht so weit nach Norden, als die übrigen Nadelhölzer [Samojedenland 64°, Ural 62°, Jenisei 67°, Lena 60°]³²⁾, ihre klimatische Sphäre ist aber doch von der verwandten Edeltanne (*P. Picea*) höchst abweichend. Von den übrigen immergrünen Coniferen Sibiriens sind zwei mit denen Europas und der Alpen identisch (*P. sylvestris* u. *Cembra*), die dritte [*P. obovata*³³⁾] ist wahrscheinlich auch nur eine klimatische Varietät von der Fichte oder Rothtanne (*P. Abies*), mit der sie sich im Norden des europäischen Russlands berührt. Dass dieser geographische Zusammenhang bei den Lärchen und Cembra-Kiefern nicht besteht, sondern die nordöstlichen Wohngebiete von denen der Alpen durch weite Zwischenräume getrennt sind, wo diese Bäume nicht gedeihen, ist kein Grund, in dem einen Fall eine Verschiedenheit der Art, in dem andern eine Abstammung von gesonderten Vegetationscentren anzunehmen. Es ist vielmehr ein ähnliches Verhältniss, wie die Verknüpfung der Alpenflora mit Lappland durch identische Arten, eine Verbindung, die aus Wanderungen und klimatischen Aenderungen zu erklären später versucht werden wird. Ist es ein bestimmtes Mass des solaren Klimas, wodurch eine Pflanze an höhere Gebirgsregionen gebannt wird, so kann sie unter demselben Meridian im Norden wiederkehren, liegt dagegen nur die verkürzte Vegetationszeit zu Grunde, so wiederholen sich ihre Lebensbedingungen in nordöstlicher Richtung und sind in den dazwischen liegenden Gegenden nicht vorhanden. Mag man nun aber die sibirischen Rothtannen und Lärchen als besondere Arten oder nur als Varietäten auffassen, in beiden Fällen ist ihr Wohngebiet der reinste Ausdruck des Kontinentalklimas, dessen Uebergang in das europäische Seeklima nach Dove durch die Kette des Ural bezeichnet wird. Ihre südwestliche

Vegetationslinie hat man die Grenze der sibirischen Nadelhölzer genannt, sie geht, mit der der Pichta-Tanne und der Cembra-Kiefer nahe übereinstimmend, vom weissen Meere aus zum mittleren Ural³⁴⁾ und umfasst also ausserhalb Sibiriens nur die nordöstlichen Wälder des europäischen Russlands.

Die Flora der nördlichen Mandchurei oder des Amurlandes mit ihrem Wechsel von Laub- und Nadelhölzern ist durch Gebirgsketten von Sibirien abgesondert, deren Hauptaxe von Südwesten nach Nordosten streicht. Dieses Gebiet, wo das Klima noch den kontinentalen Charakter Sibiriens vollständig bewahrt, ist zwischen der Chingan-Stanowoikette und den Küstengebirgen eingeschlossen. Hier bedecken Laubwälder, von üppigen Grasfluren unterbrochen oder gelichtet, das Tiefland, die Baumarten sind eigenthümliche, aber gehören grösstentheils zu europäischen Gattungen, die sibirischen Nadelhölzer fehlen zwar nicht, bewohnen aber das Gebirge. Gerade da, wo der Amur, zwischen dem chinesischen Chingan, dem östlichen Randgebirge der hohen Gobi, und dem sibirischen Stanowoi durchbrechend, in dieses Florengebiet eintritt (bei Albasin 53° N. B.) findet sich die nordwestliche Vegetationslinie einer Eiche (*Quercus mongolica*), einer Art, die, zwar »von magerem, kümmerlichem Wuchs«, doch dadurch merkwürdig ist, dass sie durch die ganze nördliche Mandchurei »als Charakterbaum der Amurflora«³⁴⁾ sich verbreitet. Das Eichen-geschlecht bezeichnet daher hier im äussersten Osten des Kontinents, an das Gebirge sich anlehnend, aber dasselbe nicht überschreitend, ein ähnliches Vegetationsgebiet, wie diesseits des Ural. Auf den weiten Räumen Nordasiens, von den östlichsten Stämmen der europäischen bis zu den westlichsten der Amur-Eiche ist dagegen die Gattung unvertreten. Allein die klimatischen Bedingungen, unter denen beide Arten stehen, haben wenig Beziehung zu einander. Im Amurlande ist die Sommerwärme nicht höher, als in den südlichen Landschaften Dauriens, von denen der Chingan sie trennt, die Winterkälte nicht minder streng³⁵⁾. Selbst den Boden fand Radde noch in der Tiefe dauernd gefroren und erlebte eine Kälte von 35° R. unter dem Gefrierpunkte³⁶⁾. Erst im Mai löst sich das Eis des Stroms³⁷⁾, und die Belaubungszeit der Bäume dauert nicht viel über vier Monate³⁸⁾. Nur die um so viel verlängerte Vegetationszeit und die grosse Feuchtigkeit des Sommers scheinen es zu sein, wodurch die

Laubhölzer des Amurlandes sich von den Nadelwäldern der sibirischen Ebene und von den Steppen Dauriens scheiden. Auch der Winter gewährt am unteren Stromlauf durch grosse Schneemassen der Vegetation einen Schutz gegen die Kälte, während diesseits des Chingan gerade die kalte Jahreszeit an Niederschlägen die ärmste ist³⁹⁾. Hier zeigt sich der Einfluss, den die Wüste Gobi auf die Trockenheit des Klimas auch von Sibirien ausübt, wogegen das Amurland dem chinesischen Tieflande offener gegenüberliegt.

Wo der Amur unweit seiner Mündung die Küstenkette durchschneidet (53° N. B.), ändert sich die Physiognomie der Natur plötzlich, die Vegetation nimmt einen nordischen Charakter⁴⁰⁾ an, die Laubwälder verschwinden, Nadelhölzer, Tannen und Lärchen herrschen wieder, wie im Inneren Sibiriens. Südwärts hat man diese Flora längs der Meerenge der Tartarei (— 49° N. B.) wenig verändert gefunden. Die Nordhälfte der gegenüberliegenden Insel Sachalin, von welcher der südliche Theil der japanischen Flora zugesprochen ward, gleicht ebenfalls den nördlichen Küstenländern des Meerbusens von Ochotsk⁴¹⁾, wo das Klima einen gemischten Charakter zeigt und kühle Sommer mit strenger Winterkälte verbindet. Die Landschaft ist mit Tundren bedeckt, auf welche die Zwerg-Arve (*P. Cembra pumita*) von den Bergen herabsteigt. Die Wälder bestehen aus Lärchen und Birken (*B. alba*), wie im hohen Norden Sibiriens.

Erst die Halbinsel Kamtschatka sondert sich als letzte und östlichste Vegetationszone durch ein milderes Seeklima von dem übrigen Festlande, aber deren Flora ist noch wenig genau bekannt. Als Charakterbaum derselben kann man vielleicht die kamtschadalische Birke (*Betula Ermani*) bezeichnen. Denn wiewohl dieselbe auch die Küstenkette Ostsibiriens überschreitet und auf den Höhen der Südhälfte von Sachalin beobachtet worden ist⁴²⁾, so verhält sie sich doch wahrscheinlich ähnlich, wie die sibirischen Nadelhölzer, die dem Amurlande nicht fehlen, aber unter dessen günstigeren Vegetationsbedingungen daselbst die Gebirgsregionen, nicht aber, wie in Sibirien, das Tiefland bewohnen.

Nördlich von der Mündung des Amur wird das Klima des Litorals bald noch rauher als an der Meerenge, am ochotskischen Golf besteht die Vegetation nur aus einem »lichten, oft verkrüppelten

Lärchenwald⁴⁰⁾ und ist mit den nördlichsten Wäldern Sibiriens zu vergleichen. Auf Kamtschatka hingegen wechselt der kühle Sommer des Seeklimas mit gemässiger Winterkälte⁴³⁾. Das Litoral des Festlandes⁴⁴⁾ hat im Umkreise des Meerbusens von Ochotsk und über die Amurmündung hinaus die viel strengeren Winter des Binnenlands, von dem es sich durch grössere Feuchtigkeit, durch beständige Nebelbildungen unterscheidet. Hiedurch wird die Sommerwärme gemindert, an der Mündung des Amur noch nicht erheblich⁴⁵⁾, aber doch dabei ein Grenzwert überschritten, der die Vegetationsperiode auf ein kürzeres Zeitmass einschränkt, so dass an der Küste die Nadelhölzer, welche im Inneren in das Gebirge rücken, nun in die Ebene hinabsteigen. Von dem Klima Kamtschatkas weiss man⁴³⁾, dass hier die Sommerwärme wenig höher ansteigt, als im Litoral von Ochotsk; da aber der Winter bei weitem milder ist, so wird auch die Vegetation früher erwachen und daher in Kamtschatka eine Periode der Entwicklung von ähnlicher Dauer, wie im Amurlande, möglich sein, während doch die geringere Sommerwärme dessen südlicheren Laubbölzern nicht genügt.

Fassen wir nun die Vertheilung der Bäume in Russland und Sibirien im Ganzen zusammen, so ist ihre Anordnung in allen Fällen auf die Dauer der Vegetationszeit zurückzuführen, deren Verkürzung entweder auf der steilen Temperaturkurve des kontinentalen Klimas oder auf der Abnahme der solaren Wärme beruht, und die zugleich dadurch bestimmt wird, dass die verschiedenen Baumarten während ihrer einzelnen Entwicklungsphasen sich gegen die Temperatur ungleich verhalten. Von den grossen, natürlichen Abschnitten des Gebiets entsprechen die Eichenwälder des europäischen Russlands und des Amurlandes der längeren, die Nadelwälder, in welche die Birke eintritt, der kürzeren, unter diesen die Lärchen der kürzesten Vegetationsperiode, und in der Mitte stehen die gemischten Bestände Kamtschatkas, wo die Entwicklungszeit verlängert, aber die Sommerwärme vermindert ist.

In dem Buchenklima des westlichen Europas sind die Verhältnisse nicht so einfach. Hier giebt es Gewächse, welche die Winterkälte des Binnenlandes nicht ertragen, andere, die bei der niederen Sommerwärme der Küste nicht bestehen können, und bei diesen Beschränkungen ist die ungleiche Dauer der Vegetationsperiode ebenfalls

in Betracht zu ziehen. Die Sommerwärme wächst gegen Südosten mit der steigenden solaren Wärme und mit dem Abstände von der Küstenlinie: Vegetationslinien von gleicher Lage, wie die der Edel-tanne und des Weinstocks, lassen also auf eine Abhängigkeit von diesem klimatischen Werthe schliessen. Die Winterkälte aber nimmt nach Nordosten zu, weil auf sie die Polhöhe in entgegengesetztem Sinne wirkt und die Einflüsse des Meers und des atlantischen Golfstroms diese Wirkung mässigen. Da nun die Entwicklungsperiode der Pflanzen in derselben nordöstlichen Richtung verkürzt wird, so entsteht hier die schon bei der Buche berührte Frage, auf welche dieser beiden Bedingungen die Vegetationslinien von gleicher Lage zu beziehen sind.

Nur von einigen Sträuchern lässt sich sicher nachweisen, dass sie, von den Küstenlandschaften in das Binnenland verpflanzt, durch den Frost des Winters zu Grunde gehen. Dahin gehören der britische Ginster (*Ulex*) und der Hülsenstrauch (*Ilex*). Die Beobachtungen beziehen sich auf das nordwestliche Deutschland, und hiebei ist zu beachten, dass hier wegen der Erhebung des Binnenlandes der Abstand vom Meere einen stärkeren Einfluss auf die Temperaturkurve ausübt, als die Polhöhe, und dass daher die Linien gleicher Winterkälte ebenfalls, wie die der Sommerwärme, der Küste parallel verlaufen⁴⁶). Der britische Ginster wurde am Ende des vorigen Jahrhunderts in Hannover zur Anpflanzung von Hecken empfohlen und hat sich im Innern des Landes, z. B. in der Nähe von Göttingen, nicht erhalten, weil die Stämme in kalten Wintern abstarben, während dieser Strauch in einigen der Nordseeküste näher gelegenen Gegenden, z. B. bei Osnabrück, einheimisch ist. Ueber den Hülsenstrauch ist die Beobachtung entscheidend, dass dieses in den Buchenwäldern der Küstenlandschaften Norddeutschlands weitverbreitete Gewächs mit zunehmendem Abstände vom Meere kleiner wird, weil an seiner südöstlichen Vegetationslinie, z. B. bei Hannover, die Stämme von Zeit zu Zeit bis auf die unterirdischen Organe erfrieren. In beiden Fällen beträgt der Küstenabstand, den diese Sträucher ertragen, nur 20 g. Meilen.

Da sich die Beobachtungen über die Abhängigkeit der Vegetationslinien von der Winterkälte nicht leicht vervielfältigen lassen, so muss eine andere Methode benutzt werden, um eine natürliche

Gliederung der westeuropäischen Flora zu begründen. Je mehr Vegetationslinien in gleicher oder analoger Lage zusammentreffen, desto eigenthümlicher wird der Charakter der Flora, welche sie begrenzen, und desto mehr eignen sie sich daher zu botanischen Vergleichen verschiedener Länder. Bei dieser Untersuchung ergibt sich, dass in Westeuropa die Linien, welche einem bestimmten Abstände von der Küste der Nordsee und des atlantischen Meers entsprechen, von weit grösserer Bedeutung sind, als alle übrigen⁴⁷⁾. Da im Allgemeinen die Küstenlinie von der Bretagne bis zur Ostsee von Südwest nach Nordost verläuft, so sind diese Vegetationslinien südöstliche oder nordwestliche, je nachdem die Pflanzen entweder vom Binnenlande aus das Meer nicht erreichen oder in umgekehrtem Sinne begrenzt sind. Aus diesem Verhältniss habe ich früher⁴⁷⁾ geschlossen, dass die Extreme der Temperatur für die Verbreitung der Pflanzen hier die wichtigsten, klimatischen Werthe seien. Aber dieser Schluss ist nicht durchaus beweiskräftig, und man stösst bei der Anwendung desselben im Einzelnen auf manche Schwierigkeiten. Von den westlichen Küstenpflanzen kehren manche tiefer im Binnenlande unter einer südlicheren Breite wieder, bei anderen ist dieses nicht der Fall. Hier sind also, wie weiter zu erörtern sein wird, verschiedene klimatische Momente zu unterscheiden. Sodann sind die Gewächse des Binnenlandes überhaupt mannigfaltiger, als die der Küstengegenden unter entsprechender Breite. Im nordwestlichen Deutschland wird die Flora auf gleichem Boden, z. B. auf demselben Muschelkalk, man kann fast sagen, von Meile zu Meile ärmer, je mehr man sich von Thüringen aus der Küste in den Weserlandschaften nähert. Im Binnenlande kann der Austausch zwischen den einzelnen Vegetationscentren in jeder Richtung stattfinden, während die Küste die Gewächse ihres Hinterlandes nur von einer Seite her empfängt. Es ist also die Frage, ob die der Küste parallelen Pflanzengrenzen wirklich in allen Fällen klimatische Vegetationslinien sind oder nur eine Folge der beschränkteren Bahnen für die Einwanderung. Sicherer ist es schon, dass die Küstenpflanzen aus klimatischen Ursachen dem Binnenlande fern bleiben, aber hier könnte ausser der Temperaturkurve auch die grössere Feuchtigkeit der Luft zu Grunde liegen. Alle diese Fragen sind nicht bloss durch die Lage der Vegetationslinien, sondern zugleich durch Unter-

suchungen über die Lebensbedingungen der einzelnen Arten zu erledigen, und da solche Arbeiten noch kaum unternommen sind, muss die Entscheidung im Einzelnen oftmals künftigen Forschungen anheimgestellt bleiben.

Die Vergleichung der Flora des westeuropäischen Tieflandes führt zur Unterscheidung von drei Hauptgliederungen, die durch die Lage gehäufte Vegetationslinien bestimmt sind. Da diese Linien der Küste parallel verlaufen, treffen sie fast rechtwinkelig auf die Buchengrenze. Die westliche Zone umfasst, vom biscayischen Meerbusen ausgehend, den grössten Theil Frankreichs, England nebst Irland, die Küstenlandschaften Deutschlands bis zum Rhein und zur Oder, Dänemark und von Skandinavien den äussersten Rand, wo die Buche noch gedeiht. Sodann folgt das mittlere Gebiet, welches vom Dauphiné aus die Schweiz, den grössten Theil Deutschlands nebst Polen und Galizien begreift und nach Südosten bis an das Marchfeld und die Karpaten reicht, wodurch zuletzt die ungarische Flora begrenzt wird, die bis zur Balkanlinie, den Steppen am schwarzen Meere und bis Podolien die südöstliche Zone bildet. Diese drei Zonen entsprechen einigermassen bestimmten Grenzwerten des Seeklimas, wenn man dasselbe durch die Temperaturunterschiede des wärmsten und kältesten Monats ausdrückt, die erste dem von $10-14^{\circ}$ R., die zweite von $14-18^{\circ}$, die dritte von $18-19^{\circ}$ ⁴⁵⁾.

Es wäre wünschenswerth, für jede der drei Zonen des Buchenklimas, wie in Russland, bestimmte Vegetationslinien einzelner Gewächse zu Grunde zu legen. Die wenigen Bäume, welche sich hiezu eignen könnten, haben eine zu enge klimatische Sphäre, und doch wirft ihre Verbreitung einiges Licht auf den Zusammenhang zwischen Klima und Vegetation. In diesem Sinne können wir die Kastanie (*Castanea*) für die französische, die Edeltanne (*Pinus Picea*) für die deutsche und die Cerris-Eiche (*Quercus Cerris*) für die ungarische Zone als Charakterbäume gelten lassen. Diese drei Bäume sind dem westlichen und südlichen Europa gemeinsam, aber jenseits der Alpen erheben sich die Waldungen, die sie bilden, über der Ebene in ein höheres Niveau, während sie diesseits das Tiefland, aber bis zu ungleichen Polargrenzen, bewohnen.

Die Kastanie geht am weitesten nach Nordwesten. Durch ganz Frankreich verbreitet, erreicht sie das südliche England ⁴⁹⁾, von wo

ihre kontinentale Vegetationslinie längs des Rheinthals (Mosel) bis zur Schweiz (Bodensee) verläuft, um dann erst jenseits der Alpen eine eigene Region zu bilden, welche das ganze Mittelmeergebiet umfasst. Die Kastanie fehlt also nur den nördlichen Gegenden der westlichen Zone. Ihre Vegetationslinie ist diesseits der Alpen eine Nordostgrenze, und, indem dieselbe der der Buche parallel verläuft, weicht sie von den meisten Gewächsen des Westens ab, die in südöstlicher Richtung aufhören. Das Kulturgebiet des Kastanienbaums reicht noch weiter nach Nordosten bis zu einer Linie, die von England über den Harz (Blankenburg) und Sachsen (Dresden) nach Ungarn (Pesth) geht und also ebenfalls der Buchengrenze parallel liegt. Aber hier werden die Früchte in den meisten Gegenden nicht mehr reif, was z. B. an den warmen Gehängen des Wiener Waldes noch der Fall ist, nicht aber oder nur ausnahmsweise in Mitteldeutschland. Hieraus, sowie aus dem Vorkommen im Süden, worüber uns das Mittelmeergebiet belehren wird, dürfen wir schliessen, dass die Kastanie, unter ähnlichen Lebensbedingungen wie die verwandte Buche stehend, einer längeren Entwicklungsperiode bedarf, als sie jenseits ihrer klimatischen Nordostgrenze findet. Wie aber ist es nun zu erklären, dass Vegetationslinien dieser Art im westlichen Europa so viel seltener sind, als solche, die sich mit ihnen kreuzen? Wir können unter den Pflanzen der westlichen Zone zwei Klassen nach ihrem Wohngebiet unterscheiden. Die eigenthümlichsten sind diejenigen, die, wie gewisse Eriken [z. B. *Erica cinerea*⁵⁰⁾] sich stets in einem beschränkten Abstände von der Küste halten und daher durch eine südöstliche Vegetationslinie begrenzt sind. Die übrigen dehnen sich südwärts zu östlicher gelegenen Meridianen aus, aber die meisten derselben (z. B. *Ilex*, *Buxus*) haben demohngeachtet in höherer Breite gleichfalls eine südöstliche Vegetationslinie, die im Süden dann eine gesetzmässige Richtungsänderung⁵¹⁾ erleidet und oft plötzlich, entweder erst jenseits der Alpen oder auch schon in Süddeutschland, in eine Nordgrenze übergeht. Wohngebiete des Südens, die übrigens nur bis zu einer bestimmten Breite reichen, erhalten hiedurch längs das atlantischen Meeres einen westlichen Schenkel, der bei dem Hülsenstrauch (*Ilex*) bis Norwegen hinaufreicht. Es ist der Einfluss der mit abnehmender Breite wachsenden solaren Wärme, die längs der Küste durch milde Winter und ver-

längerte Vegetationszeiten ersetzt wird, wodurch die Gestalt solcher Wohngebiete zu erklären ist. Hierin sind also dieselben Bedingungen enthalten, die auch den nordöstlichen Vegetationslinien der Kastanie und Buche zu Grunde liegen. Würden wir den äussersten Fundort des Hülsenstrauchs in Norwegen mit dem östlichsten am Pontus verbinden, so wäre diese Linie ebenfalls eine Nordostgrenze. Der Unterschied liegt nur darin, dass eine grosse Lücke das westliche von dem südlichen Wohngebiete trennt, und diese Lücke scheint dadurch bedingt zu sein, dass durch die höhere Lage des Binnenlandes und mit dem Abstände von der Küste die Winter strenger und die Entwicklungsperioden verkürzt werden. So finden wir auch zwischen den reinen Nordostgrenzen und denen, die solche harmonisch gelegenen Kurven darstellen, je nach der klimatischen Sphäre der einzelnen Pflanzen allmälige Uebergänge. Wir dürfen daher annehmen, dass in dem einen, wie in dem anderen Falle die Dauer der Vegetationszeit das diese Pflanzengrenzen bestimmende Moment sei, oder bei gewissen Arten die zunehmende Winterkälte, oder dass beide Einflüsse zugleich wirksam sind. Aber auch zu den rein westlichen Pflanzen führen zuweilen Andeutungen ähnlicher Verbreitungsgesetze hinüber, die auf analoge physische Bedingungen hinweisen. So soll die Glockenhaide (*Erica Tetralix*), die von Norwegen und den russischen Ostseeprovinzen aus der westlichen Küstenlinie bis Portugal folgt, auf den Gebirgen Siebenbürgens wiederkehren, und zwischen denjenigen Eriken, welche in der Gascogne und in Portugal einheimisch sind, und einigen anderen, die in grösserem Umfange das Mittelmeergebiet bewohnen, lässt sich schwerlich eine Verschiedenheit der klimatischen Bedingungen annehmen, wie an einem anderen Orte näher zu erörtern ist.

Die Edeltanne (*Pinus Picea*) stimmt darin mit den eigenthümlichen Gewächsen des Binnenlandes überein, dass ihre Polargrenze nach Nordwesten gerichtet ist. Wären die Pflanzen der westlichen Zone der Mehrzahl nach durch Nordostgrenzen eingeschlossen, so würden die Vegetationslinien, wie die der Edeltanne mit der der Kastanie, sich mit denen des Binnenlandes kreuzen und die Vermischung der Arten so gross werden, dass eine natürliche Absonderung der französischen und deutschen Flora nicht durchzuführen wäre. Nur dadurch, dass die meisten Pflanzen der ersteren Zone in höheren

Breiten eine Südostgrenze erhalten haben, bleiben sie von der zweiten Zone strenger geschieden. Die Nordwestgrenze der Edeltanne beginnt in den westlichen Pyrenäen [43° N. B. 52)], und, indem diese Vegetationslinie von der Auvergne aus (45°) in gleich bleibendem Abstände von der Küste des Kanals, der Nord- und Ostsee (etwa 40 g. Meilen davon entfernt) Frankreich und Deutschland durchschneidet, hebt sie sich in der Oberlausitz (51°) und zuletzt in Polen (52°) am weitesten nach Norden, um von hier aus, wie es scheint, noch innerhalb des Buchenklimas [Siebenbürgen 53)], in eine Ostgrenze überzugehen. So finden sich noch schöne Edeltannenbestände an dem Nordabhang des Thüringer Waldes, wogegen der Baum am Harze nicht mehr recht gedeihen will, wo die Versuche, ihn anzupflanzen, nur in einigen südwestlich gelegenen Theilen des Gebirges Erfolg hatten, die durch höhere Erhebungen gegen die Polarwinde geschützt sind. Solche Nordwestgrenzen deutscher Gewächse habe ich früher auf die nach dem Meere zu geminderte Sommerwärme bezogen 54), und hiezu berechtigt nicht bloss die ähnliche Vegetationslinie der Weinkultur, sondern auch die nahe übereinstimmende Juliwärme von Danzig, Berlin und Erfurt 48). drei Städten, in deren Nähe manche Pflanzen der zweiten Zone in südöstlicher Richtung plötzlich zuerst auftreten. Allein die Vegetationslinie der Edeltanne hat eine von der Hauptgrenze der ersten und zweiten Zone etwas abweichende Lage, sie überschreitet dieselbe in Frankreich, kreuzt sie in der Nähe von Gotha und bleibt im östlichen Theile von Norddeutschland und in Polen hinter derselben zurück. Vergleicht man die Juliwärme verschiedener Orte 55), die der Nordwestgrenze der Edeltanne benachbart liegen, so zeigt sich eine allmähliche Abnahme der Sommertemperatur von Westen nach Osten. Freilich sind die Wärmeunterschiede nicht bedeutend (3—4°), aber es giebt auch andere Verhältnisse, welche zeigen, dass bei diesem Baume nicht sowohl eine bestimmte Sommertemperatur als die Dauer der Vegetationszeit die Lage seiner Nordwestgrenze bestimmt. Zuerst sind die Standorte des Westens und Ostens nicht gleichartig. Von den Pyrenäen bis zum Thüringer Walde ist die Edeltanne auf den geneigten Boden der Höhenzüge eingeschränkt, und erst in der Lausitz, in Schlesien und Polen rückt sie in das Tiefland der baltischen Ebene. Die meteorologischen Messungen, die sich auf Orte der

Ebene beziehen, sind daher in Frankreich für die Edeltanne nicht massgebend. Das, was südwestlich gelegene Gebirge mit nordöstlichen Ebenen klimatisch in Verbindung setzt, ist eine verkürzte Vegetationszeit. Sodann finde ich in der übrigens für klimatologische Fragen noch sehr ungenügenden, forstwirtschaftlichen Literatur die Bemerkung, dass der Baum, der überhaupt gegen Temperaturextreme empfindlich sei⁵⁶⁾, leicht in Folge von Spätfrösten seine Maitriebe verliere⁵⁷⁾. Beide Thatsachen weisen also darauf hin, dass die Edeltanne, noch mehr als die Buche, an eine bestimmte Dauer der Entwicklungsperiode gebunden ist. In den Gebirgen bewohnt sie fast dieselbe Region, wie die Buche, und so fallen auch im Osten ihre Vegetationslinien nahe zusammen, aber, indem die Edeltanne eine Verlängerung der Vegetationszeit wegen ihrer Empfindlichkeit gegen Schwankungen der Frühlingswärme noch weniger ertragen kann, als die Buche, ist sie von den Küstenlandschaften ausgeschlossen. Es geht daher aus der Vergleichung der Nordwestgrenzen der zweiten Zone hervor, dass bei verschiedenen Gewächsen bald die Minderung der Sommerwärme, bald die Verlängerung der Entwicklungsperiode oder überhaupt die verschiedenen Momente des gesteigerten Seeklimas hindernd in den Weg treten. Noch ist die Zeit nicht gekommen, wo man im Stande wäre, die in jedem einzelnen Falle wirkende Ursache unterscheiden und bestimmter nachweisen zu können, wozu eine genaue Kenntniss der physischen Lebensbedingungen gehört, indem jede Art ihre besonderen Eigenthümlichkeiten haben wird. Da die Vegetationslinien, welche die erste und zweite Zone trennen, zwar einander genähert sind, aber nicht zusammenfallen und auch nicht immer harmonisch verlaufen, so ist eine solche Mannigfaltigkeit der Lebensbedingungen höchst wahrscheinlich.

Im Bereiche der ungarischen Flora ist die Cerris-Eiche (*Quercus Cerris*) allgemein verbreitet und die Nordwestgrenze dieses Baums berührt von den Karpaten aus (48° N. B.) Mähren, Niederösterreich, Steiermark und Krain bis zur Lombardei (46°). Den Küsten der Ost- und Nordsee wiederum parallel verlaufend, scheidet diese Vegetationslinie die deutsche Flora von der der unteren Donauländer. Wie manche südeuropäische Gewächse in Frankreich mit der Kastanie bis zu höheren Breiten reichen, so wiederholt sich diese Erscheinung, jedoch in geringerem Umfange auch in Ungarn. Es sind dieses

Pflanzen, welche einer längeren Vegetationsperiode bedürfen, die ihnen das wärmere Klima gewährt, wogegen sie durch die Alpenkette und die dieser vorliegende Hochfläche Bayerns und Schwabens von dem südlichen Deutschland grösstentheils ausgeschlossen sind. Hieraus erklärt sich der weitere Verlauf der Polargrenze der Cerriseiche nach Westen, die in Italien und in die südlichen Alpenthäler Tyrols und der Schweiz eindringt, dem östlichen Frankreich fast ganz fehlt, deren Gebiet dann aber von Spanien aus längs des biscayischen Meerbusens bis zur Loire (47⁰) reicht. Sie gehört zu den Bäumen, deren Vegetationszeit sechs bis sieben Monate zu beanspruchen scheint, wenigstens ist dies eins der klimatischen Momente, welche dem Südwesten Frankreichs und dem Donauthal von Wien bis zum Banat gemeinsam sind. Die Dauer der Wachstumsperiode verlängert sich nämlich unter dem Einfluss der südlichen Breite in einem stärkeren Verhältniss als unter dem des atlantischen Meers. Sie beträgt am biscayischen Meerbusen, wo beide Einflüsse zusammenwirken, acht, in Ungarn, wo die Breite allein in Betracht kommt, noch sechs bis sieben Monate: an der Buchengrenze (Königsberg) ist sie schon auf fünf Monate gesunken¹²⁾. In der Tiefebene Ungarns belauben sich die Eichen in der Mitte des April⁵⁶⁾, und in der Mitte des Oktobers tritt die Temperatur wieder ein, bei welcher dieses stattfand; in Wien dauert die Wachstumsperiode noch etwas länger. Aber auch die Wärme des Sommers ändert sich in diesen Breiten nicht mit der Entfernung vom Meere, sondern nur mit der Erhebung des Bodens. Die Julitemperatur von Nantes, Wien und Ofen ist die nämliche (17⁰): donaufwärts ist sie bei Passau schon um mehr als zwei Grade gesunken (14⁰,5). Dennoch giebt es nur wenige südliche Pflanzen, die, wie die Cerriseiche, zugleich das westliche Frankreich und Ungarn bewohnen, weil die Gestalt der Temperaturkurve bedeutend abweicht und der Abstand vom Meere im Osten sich durch strengeren Winter fühlbar macht⁴⁸⁾. Späte Nachfröste im Frühling, wie sie an der Donau häufig vorkommen, muss die Cerriseiche wohl ertragen können, sonst könnte sie hier nicht gedeihen. Im südlichen Europa bewohnt sie, häufig mit der Kastanie verbunden, die untere Waldregion der Gebirge (z. B. in Rumelien 1200 bis 2700 Fuss), von der immergrünen Region ist sie ausgeschlossen. Daher konnte sie leichter von den westlichen Pyrenäen aus in das

westliche, als in das östliche Frankreich eindringen, welches durch die Alpen und durch die immergrünen Landschaften am Mittelmeer von den nächsten Standorten der Lombardei und Spaniens abgesondert ist. Auch dieses Verhältniss, dass die Cerris-Eiche die immergrüne Region Südeuropas vermeidet, steht mit der Vorstellung, dass sie eine lange Wachstumsperiode bedürfe, in Einklang. Denn die Vegetationszeit der unteren Gebirgsgehänge ist daselbst von längerer Dauer, als in der immergrünen Region der Küste, wo dieselbe durch die Regenlosigkeit des Sommers unterbrochen wird. Es giebt in Ungarn noch einen anderen Baum, der unter ähnlichen Bedingungen steht, der aber die Cerris-Eiche in seinen Ansprüchen an die Temperaturkurve nach Massgabe seiner Verbreitung zu überbieten scheint. Dies ist die Silberlinde (*Tilia argentea*), die nach Nordwesten nur bis zum Plattensee geht, bis zu einer Linie, die der durch die Cerris-Eiche bestimmten Grenze der ungarischen Flora in einem gewissen Abstände parallel verläuft. Dieselbe findet sich sodann ebenfalls in der warmen und doch zugleich des Sommerregens nicht entbehrenden Bergregion Rumeliens wieder. Ueberall wird die Silberlinde von dem tatarischen Ahorn (*Aca tataricum*) begleitet, der jedoch nur scheinbar unter gleichen klimatischen Bedingungen steht, da er auch die russische Eichenzone bewohnt, wo die Vegetationszeit von kürzerer Dauer ist. Mag dieser Baum nun an eine höhere Sommerwärme gebunden sein, oder mag er in Ungarn seine klimatische Grenze nicht erreichen, so muss doch auch er die grössere Variation der Temperatur ertragen, die den Tiefländern und den Gebirgen des Ostens gemeinsam ist. Wenn wir überhaupt in den unteren Donauländern Pflanzen des Südens wiederfinden, haben wir ihre Heimath nicht in der immergrünen Region zu erwarten, wie es in Frankreich häufig der Fall ist, sondern in den Gebirgen der griechischen Halbinsel. Es fehlen die immergrünen Eichen und die Eriken der Gascogne und so manche südliche Pflanzen, die an der Rhone bis Lyon hinaufgehen, weil alle diese, auch wenn sie die erforderliche Wärme finden, doch den Winter und Frühling Ungarns nicht ertragen würden. Auf der anderen Seite ist der Wechsel der Flora von Ungarn bis nach Griechenland hin ein sehr allmäliger und viel weniger scharf als zwischen Deutschland und Italien ausgesprochen, weil die griechische Halbinsel so reichlich mit Höhenzügen und Gebirgen erfüllt

ist. Und noch gleichartiger bleibt der Charakter der Flora von Ungarn bis zu den östlichen Steppengrenzen, wiewohl doch in dieser Richtung die Vegetationszeit sich allmählig so weit verkürzen muss, als Bäume dies überhaupt zu ertragen vermögen. Die noch so wenig erforschten Landschaften der Donaufürstenthümer und Bulgariens werden daher demnächst einen weiteren Anschluss darüber geben können, welche Gewächse der ungarischen Flora an die längere Vegetationsperiode, welche andere an die höhere Sommerwärme gebunden sind. Vergleicht man endlich das Klima Ungarns mit dem von Deutschland, so zeigt sich auch hier, dass diese beiden klimatischen Momente bei der Beurtheilung der Vegetationslinien zu berücksichtigen sind. Denn es fehlt selbst noch in Norddeutschland (Thüringen) nicht an Landschaften, welche eine ebenso lange Vegetationszeit besitzen, als Ungarn, aber die Julitemperatur bleibt dann stets zurück ⁴⁸⁾, und eben darauf beruht die verhältnissmässige Gleichartigkeit der deutschen Flora, dass durch die Erhebung der südlichen Hochfläche und durch das tiefere Niveau des Nordens die Einflüsse der geographischen Breite aufgehoben oder gemindert werden. Das Klima der unteren Donauländer ist noch mehr durch die höhere Sommerwärme, als durch die längere Dauer der Vegetationszeit bezeichnet. Die Stauden erreichen unter solchen Bedingungen ein höheres Wachsthum, als in Deutschland, wogegen die immergrünen Sträucher Frankreichs, die Milde des Winters erheischen, fast ganz verschwunden sind.

Alle diese klimatischen Momente, auf denen die Eigenthümlichkeit der ungarischen Flora beruht, beziehen sich zunächst auf die waldigen Gegenden, welche von dem Kranze der Karpaten aus die central gelegenen Steppen oder Pussten umgürten. In diesen selbst ist die Flora durchaus geändert. Das Klima der russischen Steppen steht in einem ähnlichen Verhältniss zu dem der Donauländer, wie am Mittelmeer die immergrüne Region zu den Gebirgen, die sie umsäumt. In beiden Fällen wird die Vegetationszeit durch den regenlosen Sommer grösstentheils auf den Frühling eingeschränkt. Allein obgleich die Flora der Pussten an der Theiss den Steppen Russlands ähnlich ist und viele ihrer Bestandtheile übereinstimmen, so stehen doch beide Gebiete nicht auf gleicher klimatischer Stufe. Die Pussten scheinen die Ueberreste eines Seebeckens zu sein, wo die Wälder nicht, wie in

Südrussland, aus klimatischen Ursachen fehlen, sondern wo der Boden der Vegetation von Bäumen weniger, als der von Stepppflanzen entspricht. Kerner hat in seinen trefflichen Schilderungen der Vegetation in den Pussten freilich das Gegentheil behauptet, indem er sagt⁵⁷⁾, dass durch die späten Nachfröste, sowie durch einen heissen und dünnen Hochsommer die Entwicklungsperiode auf so enge Grenzen zusammengedrängt werde, dass nur Gewächse, deren jährlicher Kreislauf rasch abgeschlossen werde, hier gedeihen könnten, dass also die Pussten das Klima der russischen Steppen theilten. Nur dort, wo offene Wasserflächen oder ausgedehnte Stümpfe sich ausbreiten, dringe das Waldland mit seinen Eichengehölzen in die offene Landschaft ein. Allein mitten in den ungarischen Pussten und fern von den Stromlinien der Theiss und Donau, z. B. zwischen Temesvar und Szegedin, trifft man auf Dorfschaften mit ausgedehnten Maisfeldern, wo auch der Obstbau mit Erfolg betrieben wird und also Pflanzungen von Bäumen trotz des Klimas gediehen sind. Solche Versuche, die Pussten einer höheren Kultur zu gewinnen, hatte ich selbst zu sehen Gelegenheit, aber auch Kerner führt an, dass an den Rändern der Tiefebene die Feuchtigkeit der Atmosphäre gross sei, und dass sogar die Anlage von Nadelholzwäldern in der Gegend von Duna Földvár nicht erfolglos blieb. Waldbetrieb und Ackerbau stehen insofern unter gleichen klimatischen Bedingungen, als in beiden Fällen eine mehr als dreimonatliche Vegetationszeit erforderlich ist. Nicht die Wärme ist hier das entscheidende Moment, sondern wie die atmosphärischen Niederschläge sich über die wärmeren Jahreszeiten vertheilen, und ob sie in Ungarn, wie in Südrussland, von dem Sommer ganz ausgeschlossen sind. Die meteorologischen Beobachtungen in den Pussten Ungarns lehren nun, dass dies keineswegs der Fall ist, und dass die Versuche, sie anzubauen, einer viel günstigeren Zukunft entgegengehen, als in den russischen Steppen. Der aus Nordosten über dieselben wehende Polarstrom, der dort während des Sommers ununterbrochen anhält und die Ursache der Regenlosigkeit in dieser Jahreszeit ist, dringt nicht mit gleicher Regelmässigkeit über die Karpaten in das Innere von Ungarn ein. Die in den Pussten vorkommende Sommerdürre, die in ihrem Umkreise sich auffallend vermindert, ist nicht aus herrschenden Winden zu erklären; die, in derselben Richtung verharrend, in Folge der

südlicheren Breite auf ihrem Wege sich erwärmen, sondern daraus, dass alle Luftströmungen, von dem waldigen Karpatenkranze herabwehend, im Gebirge bereits Niederschläge verloren und ausgetrocknet in die durch die Sommersonne gleichmässig erhitze Ebene eindringen. Hiebei ist es möglich, dass bei dem Wechsel verschiedener Windesrichtungen doch gelegentlich Niederschläge sich bilden, die dem Ackerbau zu gute kommen, und hiemit stehen auch die Regemessungen aus dem Gebiete der Pussten in Uebereinstimmung⁵⁵⁾. Zu Szegedin an der Theiss, wo das Klima der Pussten in voller Reinheit entfaltet ist, fielen doch im Jahre 1856 während der Monate Juni bis September über 5 Zoll Niederschläge, in Debreczin, wo die Berge schon näher liegen, sogar beinahe 14 Zoll, und diese Befeuchtung des Bodens, die in den russischen Steppen unerhört sein würde, vertheilte sich so gleichmässig über die vier Monate, dass sie auch dem Baumleben wohl genügen möchte. Die Pussten sind daher von dem übrigen Ungarn nicht als ein selbständiges, klimatisches Glied auszuscheiden, wenn sie auch, weil der Boden dazu einladet, einen Theil ihrer Vegetation aus den russischen Steppen entlehnen, und wenn auch künftig, nachdem der Sumpf entwässert, die Erdkrume gebessert und der Ackerbau weiter ausgebreitet sein wird, doch in Jahren der Dürre ihr Wohlstand leichter, als anderswo, gefährdet bleibt.

Die Bäume, welche zur Charakteristik der Zonen Westeuropas dienen konnten, genügen diesem Zwecke insofern nur unvollkommen, als sie dem Umfange der natürlichen Abschnitte der Flora nicht vollständig entsprechen. Dazu kommt, dass ihre Verbreitung in anderen Richtungen oft weit über deren Grenzen hinausreicht und daher nur einzelne Theile ihrer Vegetationslinien für die klimatischen Werthe, die hier in Betracht kommen, massgebend sind. Die Kastanie, die Edeltanne und die Cerris-Eiche bewohnen in Südeuropa ein grösseres Gebiet, als in Frankreich, Deutschland und Ungarn, und ebenso sind die Eichen, Birken und Lärchen Russlands auch im Westen einheimisch. Das Bezeichnende liegt nur darin, dass, wenn man das ganze Wohngebiet dieser Bäume betrachtet, ihre Vegetationslinien in einer bestimmten Richtung einen klimatischen Grenzwert erreichen, der mit den natürlichen Gliederungen der Flora zusammenfällt. Aber eben weil der Wechsel der Vegetation von Frankreich bis Sibirien und von den Alpen bis Lappland ein stetiger ist, führt uns die Aus-

wahl anderer Gewächse nicht weiter. Der Umfang der natürlichen Zonen bezieht sich nur auf Mittelwerthe des See- und Kontinentalklimas, die, aus zahlreichen, harmonisch verlaufenden Vegetationslinien geschöpft und also gleichsam typische Grössen sind, denen keine einzelne Pflanzenart vollständig entspricht. Zur genaueren Begründung dieses Verhältnisses wäre es erforderlich, neben jenen Bäumen solche Gewächse aufzusuchen, deren Vegetationslinien dem Typus einer Zone am nächsten kommen, aber, ohne in ein topographisches Détail einzugehen, lassen sich bis jetzt nur wenige Andeutungen geben.

Weit vollkommener, als die Kastanie, bezeichnen den Umfang der französisch-britischen Flora die immergrünen Sträucher, die von den tiefer im Inneren des Kontinents gelegenen Ebenen Mitteleuropas ganz ausgeschlossen sind, weil sie, als der Ausdruck des am höchsten entwickelten Seeklimas, entweder einer längeren Vegetationsperiode oder eines milden Winters bedürfen. Wie die immergrünen Laubhölzer unter den eigenthümlichen Erzeugnissen des Mittelmeergebiets voranstehen, so verbreiten sich Sträucher, die im Winter ihre harten, oft glänzenden Blätter ebenfalls bewahren, von dort aus längs der atlantischen Küste und, wenn auch einige Arten darunter sind, die fähig wären, zu Bäumen zu erwachsen, pflegen sie hier ihre zweiglose Stammstütze zu verlieren (*Quercus Ilex*, *Ilex aquifolium*, *Laurus nobilis*). Dass je nach der Empfänglichkeit jedes einzelnen Gewächses dabei wirklich die Grenzen ihrer klimatischen Sphäre erreicht werden, zeigt sich, wie bei der Kastanie, darin, dass von den zahlreichen, immergrünen Laubhölzern Südeuropas fast nur solche Arten in die Ebene Frankreichs eintreten oder weiter hin sich ausbreiten, welche am Mittelmeer, ohne daselbst auf die warme Küstenregion eingeschränkt zu sein, bis zu einer gewissen Gebirgshöhe angetroffen werden, und dass manche von ihnen, je höher sie dort ansteigen, auch im westlichen Europa weiter nach Norden gehen. So entstehen von den beiden Klassen dieser immergrünen Sträucher, die entweder an die atlantische Küste gebunden oder der Kastanie in ihren physischen Bedingungen näher verwandt sind, mehrere Reihen von Vegetationslinien, deren Glieder durch die ungleiche Breite, bis zu welcher sie fortkommen, geschieden sind⁵⁹⁾. Unter allen diesen Sträuchern ist nur ein einziger geeignet, den nördlichen

Theil der westlichen Zone die Kastanie ergänzend zu bezeichnen, und dies ist der Hülsenstrauch (*Ilex*), der von der Insel Rügen bis zum Rhein an einer südlichen Vegetationslinie aufhört, die von hier aus eine den grössten Theil Süddeutschlands ausschliessende Kurve bis Wien beschreibt, wogegen weiter ostwärts das Gewächs erst im Mittelmeergebiet wieder auftritt.

Wiewohl demnach die Vegetationslinie des Hülsenstrauchs in Norddeutschland der Nordwestgrenze der mittleren Zone bereits nahe liegt, so wird diese letztere doch schon im Rheinthal von ihrer südlichen Kurve durchschnitten. Unter den Charakterpflanzen der deutschen Flora finde ich keine Holzgewächse, welche vollständiger als die Edeltanne jener klimatischen Nordwestgrenze entsprächen oder deren Vegetationslinie weiter nach Norden ergänzen könnten. Bei einigen immergrünen Sträuchern, die nun an die Stelle der vorigen treten, zeigt sich die der französischen Flora entgegengesetzte Erscheinung, dass sie nicht, wie der Hülsenstrauch, im Süden, sondern im hohen Norden allgemeiner verbreitet sind. Das Myrtenblatt des Preiselbeerstrauchs (*Vaccinium Vitis idaea*), und selbst die Nadeln der Erikenform (*Ledum palustre*) geben den Beweis, dass Organe dieser Art von der Variation der Temperatur und der Dauer der Vegetationszeit unabhängig sind, und daher fehlen sie auch weder dem nördlichen noch dem östlichen Europa durchaus. Um die nordwestliche Vegetationslinie, welche die deutsche Flora begrenzt, schärfer zu bezeichnen, als dies durch die Edeltanne möglich ist, bieten sich fast nur Stauden dar, und auch unter diesen haben nur wenige ein hinreichend grosses Wohngebiet⁶⁰). Und doch ist der Wendepunkt der Flora überall leicht bemerklich, wenn man von den Küstenländern an der Nordsee aus über das Eichsfeld nach der Unstrut oder vom Niederrhein thalaufwärts wandert, wenn man in südöstlicher Richtung eine Linie überschreitet, die man sich geraden Wegs und in gleichem Abstände von der atlantischen Küste über einen grossen Theil des Kontinents gezogen denkt, vom Dauphiné durch das Elsass, Franken, Thüringen, Brandenburg, Pommern bis zu den schwedischen Inseln Oeland und Gottland in der Ostsee. Denn noch auf diesem Inselpaar kommen einige östliche Pflanzen vor, die übrigens in Schweden nicht vorhanden sind und also die

Bedeutung dieser Vegetationslinie selbst noch jenseits der Buchengrenze andeuten.

Die meisten Pflanzen der mittleren Zone gehen über deren Ostgrenze weit hinaus, und die ungarische Flora ist daher von der deutschen eigentlich nur durch zahlreiche, neu auftretende Bestandtheile zu unterscheiden. Deutschland wäre lediglich als ein Uebergangsbereich zwischen Frankreich, Ungarn und Russland aufzufassen, wenn nur die Ebenen und nicht auch die Gebirge, die Alpen mit ihrer reichen und eigenthümlichen Flora in Betracht gezogen würden. Ungarn besitzt einige Sträucher, die jenes Verhältniss zu Deutschland deutlich erkennen lassen. Namentlich die Cytisus-Arten, die hier so allgemein auftreten, aber auch zum Theil die Zone der russischen Laubwälder bewohnen, nehmen in nordwestlicher Richtung allmählig ab, die Vegetationslinien der am weitesten vorgeschobenen Arten liegen zwar wiederum der Nordseeküste parallel, aber weit tiefer landeinwärts, als die der Edeltanne⁶¹⁾, sie zeigen, wie im östlichen Deutschland die Flora nach und nach in den ungarischen und russischen Typus übergeht.

Die bisherige Untersuchung hat ergeben, dass wir in dem grossen Durchmesser des Waldgebiets der östlichen Hemisphäre vom atlantischen bis zum stillen Meere sieben Zonen nach einem gewissen Typus ihrer Flora unterscheiden können, die sämmtlich von der Gestalt der Temperaturkurve abhängen, in welcher die verschiedenen klimatischen Werthe der Vegetationszeit und der Variation der Wärmegrade enthalten sind. Diese Zonen sind je nach ihrer Lage durch Grenzlinien von ungleicher Richtung bezeichnet, aber stehen fast ohne Ausnahme mit der Konfiguration der Küsten, also mit dem Wechsel des See-, des Kontinental- und des gemischten Klimas in Beziehung. Die drei Zonen des Buchenklimas sind durch das atlantische Meer zunächst beeinflusst und theilen ihre charakteristischen Holzgewächse mit den Gebirgen des südlichen Europas (Kastanien, Edeltannen, Cerris-Eichen). Drei andere Zonen beruhen theils auf der Vertheilung der Wärme, theils auf der kontinentalen Absonderung von dem Einfluss beider Ozeane: dies sind die Gebiete der mittlrussischen Laubwälder, der nordischen Nadelhölzer und der Amur-Eiche. Endlich verdankt die letzte Zone, die der kamschadalischen Birke, ihre Eigenthümlichkeit dem gemischten

Klima der Ostküste Sibiriens. So sehr also auch die Beziehungen des Meers zum Festlande bei der Anordnung der Waldbäume und der übrigen sie begleitenden Gewächse überwiegen, so ist das Wechselverhältniss zwischen Klima und Vegetation doch hiedurch nicht vollständig erschöpft. Die Vegetationslinien, welche den Parallelkreisen des Aequators parallel gehen oder ihnen genähert sind, erheischen eine weitere Erörterung.

Schon bei dem Verhältniss der Nadel- und Laubwälder im europäischen Russland wurde die Bedeutung der in nördlicher Richtung abnehmenden solaren Wärme hervorgehoben. Aber auch innerhalb des Buchenklimas ist der Einfluss der geographischen Breite auf den Reichthum der Flora sehr erheblich. Von den Alpen bis Lappland nimmt die Mannigfaltigkeit der Pflanzenarten in regelmässiger Reihenfolge ab⁶²). Vergleicht man gleich grosse Räume des süddeutschen Rheinthals und Lapplands, so findet man die Artenzahl der Phanerogamen dort auf mehr als das Dreifache gewachsen (400 : 1360). Geringer, aber doch noch bedeutend ist der Unterschied, wenn man grössere Abschnitte des Waldgebiets, wie Skandinavien mit Deutschland zusammenstellt (1680 : 2840). Wenn auch der hohe Norden manche eigenthümliche Erzeugnisse aufzuweisen hat, so ist deren Anzahl doch nur verschwindend klein, wenn wir sie mit denen vergleichen, deren Polargrenze weiter südwärts liegt. Dass solche nördliche Vegetationslinien mehr oder weniger genau an bestimmte Breitengrade gebunden sind, ist schon bei einer dem Westen Europas eigenthümlichen Erikenform zu bemerken (bei *Erica cinerea*), die auf den Faröer und in Norwegen unter gleicher Polhöhe (61⁰) aufhört. Die Erscheinung ist indessen eine ziemlich allgemeine, und man kann in vielen Fällen nachweisen, dass die Uebergänge der Nordgrenzen in andere Richtungen erst unter bestimmten Meridianen eintreten und nun erst die Abstufungen der Temperaturvariation ihren Einfluss äussern. Im skandinavischen Norden ist die Uebereinstimmung der nördlichen Vegetationslinie mit Parallelkreisen weniger auffallend, weil hier der die norwegische Küste bespülende Golfstrom eine örtliche Ablenkung derselben nach Norden bewirkt. Was dieser an Wärme zuführt, kommt den Pflanzen neben der solaren Wärme zu gute. Jene Erika ist in sofern in einer Ausnahmestellung, als ihre beiden nördlichsten Standorte gleichmässig durch den warmen

Meeresstrom beeinflusst sind. In Norddeutschland habe ich eine Reihe von Vegetationslinien gesammelt⁶³⁾, die hier ebenso, wie im europäischen Russland, den Breiten von 51° bis 53° entsprechen, und von denen nur einige aus derselben Ursache in England weiter nach Norden abgelenkt sind. Nichts ist für diese Betrachtungen lehrreicher, als die Vergleichung des norddeutschen Hügellandes mit den Ebenen Russlands, wo die Neigung des Bodens verschwindet, wo die Sumpflandschaften Lithauens an die schwarze Erde des Steppenrandes herantreten, wo die anstehenden Gesteine fehlen, kurz wo fast alle Einfüsse des Bodens auf das Pflanzenleben andere geworden sind. Da nun diese örtlichen Bedingungen des Vorkommens und zugleich auch die meisten klimatischen Werthe so sehr abweichen und doch die Polhöhe, bis zu welcher jene Pflanzen verbreitet sind, dieselbe bleibt, so kann die Ursache der Erscheinung nur in dem Masse der solaren Wärme erblickt werden, von welchem diejenigen Arten, die, auf schattenlosem Boden wachsend, durch direkte Sonnenstrahlen erwärmt werden, abhängiger sind, als von den klimatischen Linien, deren Temperatur durch das Thermometer gemessen wird.

Dass die Minderung der solaren Wärme nicht nur, sondern auch die Steigerung derselben den Pflanzen eine Grenze setzen kann, lehrt die geringe Anzahl nordischer Arten, die südwärts unter einer bestimmten Breite nicht mehr gedeihen oder daselbst in die Gebirgsregionen hinaufrücken. Denn mit der gesteigerten Wärme werden die Entwicklungszeiten verschoben: Arten, die im nordischen Sommer blühen und reifen, werden genöthigt sich schon im Frühlinge auszubilden und erfahren die höchste Reizung zu einer Zeit, wo sie ihrer Organisation nach bereits in den Winterschlaf eintreten sollten.

Wenn die klimatischen Werthe der Temperaturvariation und der solaren Wärme in ihrem Zusammenwirken auf die einzelnen Gewächse stets gesondert betrachtet werden könnten, und wenn die physiologische Grundlage solcher Untersuchungen einst umfassend bearbeitet sein wird, erst dann ist die Möglichkeit gegeben, den Gesamtverlauf der klimatischen Pflanzengrenzen vollständig auf seine Bedingungen zurückzuführen. Bis jetzt sind nur die Anfangsgründe dieser Forschungen zugänglich, aber es ist schon ein Gewinn, wenn man zu unterscheiden vermag, ob das Klima einer gegebenen Pflanzengrenze zu Grunde liegt, oder ob bei dem Streben jeder Art, sich

über die Erdfäche auszubreiten, die klimatischen Grenzwerte des Gedeihens noch nicht erreicht sind.

Als ein Problem, welches noch vielseitige Arbeit erfordern wird, bezeichne ich es also, in welchen Fällen die solare Wärme oder aber die Abstufung des See- und Kontinentalklimas die Lage der Vegetationslinien bestimme, und wann dieselben durch das Zusammenwirken aller dieser Werte in mittlere Richtungen übergehen. Um diese Frage ihrer Lösung näher zu führen, eignen sich die im Grossen angebauten Gewächse in doppelter Beziehung, einmal weil durch das Bedürfniss des Menschen die Kultur des Bodens bis zu den klimatischen Grenzen vorzurücken pflegt und sodann, weil die Cerealien in Europa mit der geographischen Breite wechseln, die Obstbäume hingegen und der Weinstock von der Temperaturvariation in höherem Grade abhängen. Unter Korn versteht man in den germanischen Sprachen dasjenige Getraide, welches unter den Nahrungspflanzen eines Landes den ersten Platz behauptet, und so ändert sich mehrmals die Bedeutung dieses Worts. Im skandinavischen Norden heisst Korn die Gerste⁶⁴⁾, im nördlichen Deutschland der Roggen, im südlichen der Weizen und in einigen Gegenden der daselbst vorzugsweise gebaute Spelzweizen⁶⁵⁾. Hiedurch ist schon die Grundlage der Getraidezonenkarte gegeben, welche Berghaus entworfen hat⁶⁶⁾. Die Zone der Sommercerealien (in Skandinavien 70—60°), des Roggens und Weizens (60—50°) und des Weizens und Mais (südwärts von 50°) sind hiernach zu unterscheiden.

Unter den Sommercerealien geht die Gerste am weitesten nach Norden, an der Westküste Lapplands, begleitet von der Kartoffel, fast bis zur Baumgrenze [Alten 70°⁶⁷⁾]. Aber in keinem anderen Meridian erreicht sie diese hohe Breite, und es ist zweckmässig, zuerst die Wintercerealien zu besprechen, deren Anbau in Schweden und Russland unter dem 60. Grade beginnt, und deren Kulturgrenze in diesen beiden Ländern nur von der Polhöhe abzuhängen scheint. Da das Wintergetraide im Herbste keimt und dann in den Winterschlaf übergeht, so liegt in der Dauer des Winters ein Hinderniss des Anbaus, indem, je mehr sich der Frühling verspätet, desto weniger Zeit von hinreichender Wärme zum Wachstum des Halms und zur Reife des Kornes übrig bleibt. Es wäre also die im Norden zunehmende Verkürzung der Vegetationszeit das Hinderniss des Anbaus.

In der That ist es nur die Temperaturkurve, die in Schweden dem Winterkorn eine Schranke setzt. Vergleichen wir Stockholm (59 °) mit Torneo (66 °), so finden wir die Wärme des Juni und Juli wenig, des Mai und September sehr erheblich geändert und auch den August hier um zwei Grade kälter als dort⁶⁴⁾. In der Mitte des Sommers wird die Minderung der solaren Wärme durch die länger werdenden Tage ausgeglichen: sobald diese sich verkürzen, wird die höhere Breite erst fühlbar. Die Wintercerealien, die in Schweden noch im August geerntet werden⁶⁴⁾, können daher in Torneo nicht mehr gedeihen, wo das Wiedererwachen ihrer Vegetation sich verspätet und wo die sinkende Augustwärme die Reife des Kornes verhindert. Allein gegen diese Auffassung erhebt sich anscheinend das Bedenken, dass, da eine Verkürzung der Vegetationszeit nicht bloss in nördlicher, sondern auch in östlicher Richtung mit dem Abstände vom Meere eintritt, wir erwarten müssten, die Zone des Winterkornes nicht an bestimmte Breitengrade gebunden, vielmehr, wie die Buche, nordöstlich begrenzt zu sehen. Nun aber wissen wir²⁵⁾, dass die Weizenkultur im europäischen Russland der Polargrenze der Eiche entspricht, sie reicht hier ebenso weit nach Norden, wie in Schweden. Es besteht indessen zwischen der Verkürzung der Vegetationszeit, die in nördlicher, und derjenigen, die in östlicher Richtung erfolgt, ein wesentlicher Unterschied. In dem ersteren Falle liegt die Ursache in der Minderung der solaren Wärme, in dem Stande der Sonne über dem Horizont, der im Vor- und Nachsommer nicht genügt, die alsdann nothwendigen Phasen der Vegetation hervorzurufen. Die östliche Verkürzung beruht ausschliesslich auf der zunehmenden Steilheit der Temperaturkurve, die Sonnenstrahlen geben den Pflanzen, die ihnen ausgesetzt sind, in allen Meridianen dieselbe Wärme. Dass hierin eine Verschiedenheit der Lebensbedingungen liege, dass die Verkürzung der Entwicklungsperiode in dem einen oder anderen Sinne auf die Pflanzen ungleich wirke, zeigt sich schon in der allgemeinen Lage der Vegetationslinien ausgedrückt. Wäre dies nicht der Fall, so müsste der Wechsel der Flora in nördlicher und östlicher Richtung viel gleichmässiger erfolgen, als dieses der Fall ist. Dieselbe Art finden wir ferner je nach den Meridianen, die sie bewohnt, theils durch nördliche, theils durch östliche klimatische Linien begrenzt: sie erreicht die ersteren, wenn der Stand der Sonne nicht

mehr ausreicht, zur richtigen Zeit den Wechsel der Vegetationsphasen einzuleiten, die letzteren, wenn sie diese Phasen nicht weiter mehr beschleunigen kann oder die excessiven Temperaturgrade nicht erträgt. Sowie aber dieselbe Pflanze sowohl nach Norden wie nach Osten klimatisch begrenzt sein kann, so werden auch verschiedene Arten sich ungleich verhalten, je nachdem sie in ihren einzelnen Entwicklungsphasen an einen bestimmten Grenzwert solarer Wärme oder nur an eine bestimmte Dauer der Wachstumsperiode gebunden sind, indem sie im letzteren Falle während derselben, indifferent gegen die Form der Temperaturkurve, nur eine konstante Mittelwärme erheischen. Entweder wird also die Polargrenze, wie die solare Wärme, nur von der geographischen Breite abhängen, oder sowohl von dieser als von dem Abstände des atlantischen Meers und dann, gleich der Buchengrenze, einer mittleren, einer nordöstlichen Vegetationslinie entsprechen. Hierin scheint mir die Ursache zu liegen, dass die Wintercerealien unter einer bestimmten Polhöhe nicht mehr fortkommen, wo sie zu Anfang und gegen das Ende ihrer Sommerperiode die Wärme nicht mehr finden, deren sie bedürfen. Allerdings gehen sie an der Westküste Norwegens viel weiter nach Norden, als in Schweden [fast bis $65^{\circ} 25'$], aber dies ist nur die allgemeine, auf alle Polargrenzen sich erstreckende Wirkung des Golfstroms, der da, wo er das Festland erwärmend bespült, die Vegetationsperiode bedeutend verlängert. An der Ostseite der norwegischen Fjelde hören diese Wirkungen auf.

Verwickelter wird das Problem der reinen Nordgrenzen dadurch, dass nicht bloss die solare Wärme, sondern auch die Tageslänge sich mit der Polhöhe ändert, jene vermindert wird und diese gerade vom 60. Breitengrade an bis zum Polarkreise rasch zunimmt. Der längste Tag hat in Petersburg (60°) 18,5, in Torneo (66°) bereits 22 von der Sonne beleuchtete Stunden. Hiedurch scheint eine gewisse Ausgleichung bewirkt und, wie Schübeler angenommen, die Nordgrenze der Pflanzen weiter nach dem Pole zu verrückt zu werden. Es entsteht hier die Frage, welchen Einfluss denn eigentlich die Tageslänge auf das Wachsthum äussern kann, ob durch das Licht, welches den chemischen Process in den Blättern erst möglich macht, oder durch die Wärmestrahlen der Sonne, deren länger dauernde Einwirkung den wahren Zeitraum der Entwicklungsperiode

vergrössert, indem während der Nacht keine Nahrungsstoffe aus der Luft in die Pflanze übergehen. Schübeler hat dem Lichte allein ohne Weiteres diese Rolle zugetheilt, die verkürzte Vegetationszeit auszugleichen⁶⁹⁾; allein das Licht wirkt nur auf die grünen Organe, und schon früher hatte ich eine Beobachtung mitgetheilt⁷⁰⁾, welche zeigt, dass, wenn das Licht die dem Organismus zugetheilte Arbeit einleitet, die Vollendung des Wachstums doch nur von der Sonnenwärme abhängt. In der Höhe von 1200 Fuss hatte man am Söefjord in Bergens Stift (60^o) Gerste zu bauen mit Erfolg unternommen, aber die Vegetation derselben bis zur Reife des Kornes dauerte daselbst von Ende April bis zum letzten Drittel des August, mehr als vier Wochen länger, als unten am Meeresufer, wo es freilich viel wärmer ist, aber die Sonne doch nicht länger leuchtet, auf die Sauerstoffbindung der Pflanze den gleichen Einfluss hat. Am Fjord rechnete man von der Saatzeit (12. Mai) bis zur Ernte (1. August) nur drittelhalb Monate: die Umstände lassen schliessen, dass das Saatkorn in beiden Fällen gleicher Art war.

Boussingault ist derjenige Naturforscher, der über das Verhältniss der Wärme zur Vegetationszeit die physiologisch am besten begründete Theorie aufgestellt hat⁷¹⁾. Nach ihm erhält man für dieselbe Pflanze, so sehr sich auch ihre Entwicklungsperiode verkürzen oder verlängern mag, einen unveränderlichen Werth, wenn man die mittlere Wärme dieser Vegetationszeit mit der Anzahl der Tage multiplicirt, die vom Anfang bis zum Ende des Wachstums verflossen sind. In diesem Satze ist enthalten, dass jedes Gewächs an ein bestimmtes Wärmemass gebunden ist, dass die Bewegungen im Organismus, die man als Ernährung und Wachstum zusammenfasst, der Wärme, die sie hervorruft, proportional sind. Aber die Formel giebt nur eine richtige Grundlage, und andere Elemente müssen in dieselbe aufgenommen werden, um ihre Allgemeingültigkeit zu erhöhen: indessen glaube ich nicht einmal, dass alle Bedingungen schon vollständig bekannt sind, wodurch sie beeinflusst werden kann. Zuerst ist gegen Boussingault's Satz einzuwenden, dass die einzelnen Phasen der Wachstumsperiode an bestimmte Wärmegrade gebunden sind, dass die Blüthe oder in anderen Fällen auch die Fruchtreife eine höhere Temperatur fordert, als die Keimung, dass aber diese Werthe in der Formel nicht enthalten sind. Ferner ist es klar, dass jede

organische Arbeit, nachdem sie eingeleitet, einer gewissen Zeit zu ihrer Vollendung bedarf, ehe die Pflanze zu einer neuen Phase übergehen kann. Ehe nicht alle Zellen des Kartoffelknollens mit Stärkemehl gefüllt sind, ist derselbe nicht reif und wird zu Grunde gehen, wenn ihm die Blätter nicht die erforderliche Menge liefern können. Dies nun scheint mir die Bedeutung zu sein, welche den langen Tagen des Nordens zukommt, und neben der Anzahl der Tage müsste daher in jene Formel auch die Dauer der einzelnen Tage aufgenommen werden. Fortgesetzte chemische Arbeit gleicher Art fordert Zeit und Licht, aber keine Erhöhung der Temperatur. Da nun Licht und Wärme nicht in gleichem Sinne wirksam sind, so kann man sich wohl vorstellen, dass die Bildung und Streckung der Zellen und dann wiederum das Wachsthum verschiedener Organe an andere Bedingungen geknüpft sind, als der chemische Process in den Blättern, und dass auch mit diesem Verhältniss die Einwirkungen des nördlichen oder des kontinentalen Klimas in Verbindung stehen. Sollte nicht vielleicht das Wachsthum der Stengelglieder, welches eine Vermehrung der Laubfülle begünstigt, weil jedes Blatt einer freien Lage zu seiner Beleuchtung bedarf, durch die rasche Wärmesteigerung des Kontinentalklimas, das der Blätter durch die langen Tage des Nordens befördert werden? In der That giebt es in höheren Breiten noch besondere Eigenthümlichkeiten des Wachsthums, die bestimmt scheinen, der verkürzten Vegetationszeit entgegen zu wirken. Auf meiner norwegischen Reise im Jahre 1842 bemerkte ich, dass die meisten Laubhölzer schon unter dem 60. Breitengrade grössere Blätter tragen, als in Deutschland⁷⁰⁾. Sehr auffallend war mir dies bei der Traubenkirsche (*Prunus Padus*), bei der Haselnuss (*Corylus*) und der Espe (*Populus tremula*). Die Espe hatte dort allgemein Blätter von 2 Zoll Durchmesser. Aehnliche Beobachtungen machte Martins in Lappland⁷²⁾ an dem dort angebauten Gemüse: die Blätter von Erbsen waren zu Alten fast einen Fuss, von Runkelrüben 21 Zoll lang. Wo die Vegetationszeit kürzer wird, kann das Laub die gleiche Masse von organischem Nahrungsstoff, in den Bäumen das zur Erhaltung des Stammes nöthige Holz bereiten, wenn entweder die Zahl der Blätter vermehrt oder die Oberfläche des einzelnen Blatts seinen Leistungen entsprechend vergrössert wird. Das östliche Klima, welches reicher an hochwüchsigen Ständen ist, scheint auf die Anzahl

der Blätter an einem Jahrestrieb, das nordische in gewissen Fällen auf ihre Grösse einzuwirken. Nach den Untersuchungen von Sachs⁷³⁾ wirkt das Licht des Tages nur auf die Bildung der organischen Verbindungen aus unorganischen Nahrungsstoffen und auf das Wachstum der grünen Organe, während die übrigen bildenden Prozesse in der Dunkelheit vor sich gehen. Unter diesem Gesichtspunkte erscheint die Vergrösserung der Lauboberfläche als ein Hilfsmittel, welches gewissen Pflanzen zu Theil geworden ist, um im Norden noch diejenigen Wirkungen zu verstärken, welche ohnedies schon durch die längeren Tage gegeben sind. Allgemeiner aber könnte man sagen, dass die Vegetationslinien, welche einer bestimmten Polhöhe entsprechen, mit der Tageslänge insofern in Beziehung stehen, als die Pflanzen da ihre Nordgrenze finden müssten, wo sie innerhalb der Zeit, in welcher die Sonne sie wirklich beleuchtet und erwärmt, die organischen Arbeiten, welche den Blättern übertragen sind, nicht mehr zu vollenden vermöchten.

Der Anbau der Gerste erreicht, wie schon bemerkt, nur bei Alten in Finmarken die Nähe der Baumgrenze, wenige Längengrade östlicher hört derselbe am bottnischen Meerbusen schon diesseits des Polarkreises auf [65° 74)]. Der erwärmende Einfluss des Golfstroms, der selbst am Nordkap noch die Eisbildung verhindert, bringt einen Gewinn von fünf Breitengraden, wie bei den Wintercerealien. Von Torneo aus bleibt der Ackerbau durch das ganze europäische und asiatische Russland in wechselnden Abständen diesseits der Waldgrenze zurück, und hierin liegt also der Beweis, dass die Bäume und die Sommercerealien, wenn sie auch in dem Anspruch an eine etwa dreimonatliche Vegetationszeit übereinstimmen, doch nicht denselben klimatischen Bedingungen unterworfen sind. Die Natur hat die hochnordischen Wälder zu einem Jagdgebiete bestimmt, welches der Ackerbau niemals einnehmen wird. Middendorff, dessen gründlichen und umfassenden Untersuchungen wir die vollständige Kenntniss von der Polargrenze des Ackerbaus in Sibirien verdanken, hat durch seine historischen und nationalökonomischen Nachweisungen sicher dargethan, dass hier überall wirklich klimatische Grenzpunkte erreicht sind, und er hat zugleich ausgeführt, aus welchen Ursachen ein grosser Theil des sibirischen Waldgebiets der Cerealienkultur unzugänglich ist und bleiben wird. Im Allgemeinen finden wir auch

die Polargrenze der Gerste, wie die der Wintercerealien, an bestimmte Breitengrade gebunden, aber mit der eigenthümlichen Abänderung, dass das gleichsam sprungweise schon in Lappland erfolgende Zurückweichen nach Süden sich in den östlichen Meridianen noch zweimal wiederholt und in Sibirien die Vegetationslinien der Winter- und Sommercerealien wenig geschieden sind oder auch ganz zusammenfallen. Mit einigen örtlichen, zum Theil durch das weisse Meer verursachten Schwankungen (65—67°) verläuft die Polargrenze der Gerste vom Nordrande des bottnischen Meerbusens bis zum Ural in der Nähe des Polarkreises (65—66°), vom Ob bis zur Lena vier Breitengrade südlicher (61—62°), und geht zuletzt mit der ochotskischen Gebirgskette in das Amurgebiet über, ohne die Ostküste selbst völlig zu erreichen, an welcher der Ackerbau erst in weit niedrigerer Breite (kaum 50°) möglich sein soll. Middendorff hat in dem gefrorenen Boden Sibiriens die Ursache erkannt, welche den Ackerbau überall beschränkt, wo nicht ein hinlängliches Gegengewicht in der Steigerung der kontinentalen Sommerwärme vorhanden ist, und die tiefe Temperatur der durch das schmelzende Eis genährten Erdfeuchtigkeit ist für die Sommer- und Wintercerealien von gleich nachtheiligem Einfluss: die Nadelhölzer müssen sich indifferenten dagegen verhalten. Im europäischen Russland wirkt die Tageslänge noch bedeutend auf die Polargrenze der Sommercerealien ein, weil das unterirdische Eis im Samojeedenlande erst innerhalb des Polarkreises auftritt⁷⁵⁾ und also im Bereiche des Ackerbaus die solare Wärme durch dasselbe nicht verzehrt wird. In Sibirien sind die Tage da, wo der Ackerbau aufhört, schon beträchtlich kürzer, und so wird hier auch durch die nächtliche Strahlung die Temperatur der Luft verhältnissmässig sinken. Das gemischte Klima am ochotskischen Meerbusen endlich lässt den Ackerbau nicht zu, weil die Sommerwärme überhaupt zu gering ist, und selbst in Kamtschatka haben die Versuche, Korn zu ernten, nur im Inneren des Landes und auch da nur geringen Erfolg gehabt.

So gut sich demnach die Polargrenze der Sommercerealien bei aller scheinbaren Unregelmässigkeit aus den wechselnden klimatischen Bedingungen ableiten lässt, so trägt doch auch ein der Gerste eigenes physiologisches Verhältniss dazu bei, ihren Anbau in Sibirien zu beschränken. Diese Getraideart hat in einem viel höheren Grade,

als der Roggen, die Fähigkeit, klimatische Varietäten zu erzeugen, und lehrreich sind die Erfahrungen, die man hierüber in Norwegen gesammelt hat. Man hat in Sibirien diese Seite der Aufgabe vernachlässigt und hier, bei der Entlegenheit der Kultursitze, oftmals, wie Middendorff anführt, den Getraidebau wegen Mangels an Saatkorn nicht fortsetzen können, wenn Jahrgänge vorkamen, in denen die Ernten durch Frost zu Grunde gingen. In Europa könne man den Verlust leicht ersetzen, in Sibirien nicht. In dieser Beziehung ist nun allerdings ein Fortschritt des Ackerbaus möglich, wenn man geeignete Varietäten der Gerste allgemeiner einführt. Middendorff fand nämlich, dass die Vegetationszeit der Gerste in Sibirien zehn bis zwölf Wochen dauert, und ebenso lang sei sie in Livland. Die Erfahrungen in Norwegen nun, welche Schübeler mittheilt ⁷⁶⁾, zeigen, dass gerade bei der Gerste eine Akklimatisation stattfindet, die durchaus dem Darwin'schen Gesetze der Zuchtwahl entspricht, welches in Bezug auf klimatische Varietäten seine volle Berechtigung hat und in diesem Falle klar hervortritt. Ist in eine hochnordische Gegend Saatkorn eingeführt worden, so werden vielleicht nur einzelne kräftige Individuen ihre Samen völlig zur Reife bringen können, und, da nun diese allein zu neuen Saaten benutzt werden, so entstehen mit jedem Jahre vermöge der Erblichkeit solcher Eigenthümlichkeiten grössere Mengen von frühreifen Aehren, und zuletzt bildet sich eine Varietät, deren Charakter eben in einer grösseren Beschleunigungsfähigkeit des Wachstums, in einer kürzeren Vegetationszeit besteht. Von dieser Eigenheit der Gerste, je nach den physischen Bedingungen die Entwicklung zu verlängern oder zu verkürzen, habe ich auf meiner norwegischen Reise mehrere Beispiele gesammelt ⁷⁰⁾. Auf der kurzen Strecke von Hardanger bis Bergen bewegten sich die Variationen der Vegetationszeit zwischen 71 und 140 Tagen. Dabei fand ich, dass die Beschleunigung in der Zeit von der Keimung bis zur Blüthebildung stattfindet, also wiederum auf die grünen Organe sich bezieht, die vom Lichte der langen Tage zehren, und dass hingegen die Periode von der Blüthe bis zur Reife des Kornes in diesem Theile Norwegens sich ebenso verhielt, wie in Sachsen. Wenige Meilen Abstand am Meeresufer des Fjord bewirkten schon einen beträchtlichen Unterschied in der Dauer der Wachstumsperiode. »Wie die edlen und gemeinen Weine am Rhein oft dicht neben einander

erzeugt werden«, bemerkte ich, »so rücken hier in einem weit grösseren Massstabe verschiedene Klimate und Bodenverhältnisse nahe zusammen: das ist die Wirkung der engen, über 4000 Fuss tiefen, nach allen vier Weltgegenden gerichteten, von reverberirten Sonnenstrahlen getroffenen« oder in Nebel gefüllten »Fjordschluchten«. Beobachtungen dieser Art wurden neuerlich von Schübeler in einem anderen Sinne wieder aufgenommen, indem er verschiedene Varietäten der Gerste im botanischen Garten von Christiania, also unter gleichen physischen Bedingungen baute und die Variationen der Wachstumsperiode verglich, die in diesem Falle also erblich angelegene Eigenthümlichkeiten des Saatkorns bezeichnen. Die Schwankungen waren hier weniger gross, sie umfassten 77 bis 105 Tage, aber in einem Falle, und dies ist das merkwürdigste Ergebniss seiner Untersuchung, beobachtete er eine Verkürzung der zwischen Saat und Reife des Kornes verflissenen Zeit bis auf 55 Tage (29. Mai bis 19. Juli). Diese Gerstenkörner aber hatte er eben von der Polarrenze des Getreidebaus, von Alten in Lappland, erhalten, und hier zeigte sich also, was über die Zuchtwahl vorhin gesagt wurde, am entschiedensten ausgedrückt. Es war freilich nicht die gewöhnliche, sondern angeblich die sechszeilige Gerste (*Hordeum hexastichon*), die jedoch oft mit Varietäten der gemeinen Gerste verwechelt wird. Von dieser letzteren, die ebenfalls eigentlich sechszeilige Aehren trägt (*H. vulgare aestivum*), führt Metzger⁷⁷) an, dass sie in Baden nur 65 bis 70 Tage bedürfe. Unter dem Einfluss der langen Tage des lappländischen Klimas war eine Varietät entstanden, die ihre erblich empfangenen Eigenheiten noch in der folgenden Generation unter Umständen, wo sie jene Vorzüge der Beleuchtung entbehren musste, dennoch festzuhalten vermochte. Mögen auch in einem anderen Klima die physiologischen Eigenthümlichkeiten sich nicht immer dauernd erhalten, so wird es doch erspriesslich sein, in Sibirien Versuche mit Varietäten von kurzer Vegetationszeit einzuführen und zu erweitern.

Zwischen dem sechzigsten und funfzigsten Breitengrade sind in Europa Winterroggen und Winterweizen die vorherrschenden Getreidearten, sie überwiegen in einer Zone, die sich von England und Dänemark durch Norddeutschland, Preussen und Polen, die russischen Laubwälder umfassend, nach der Ukraine erstreckt. Welches

jener beiden Cerealien das Haupterzeugniss eines Landes sei, hängt nicht von klimatischen Bedingungen, sondern von der grösseren oder geringeren Fruchtbarkeit der Erdkrume und diese wieder von den geognostischen Formationen ab, in deren mineralischer Mischung Kalkgehalt den Weizen begünstigt. Die Flötzformationen Englands und Polens, die Tertiärlager Mecklenburgs geben diesen Ländern einen Vorzug, aber auch auf dem sandigen Diluvialboden der baltischen Ebene verdrängt den Roggen nicht selten die werthvollere Weizenkultur da, wo die überall verstreuten Mergellager allgemeiner benutzt werden, welche die Ueberreste von erratischen Blöcken der dänischen Kreide zu sein scheinen.

Südlich vom fünfzigsten Parallelkreise ist der Einfluss der Kalkformationen auf das Ueberwiegen des Weizens nicht zu verkennen, aber hier wird zugleich ein klimatischer Grenzwert der solaren Wärme überschritten, der von Frankreich durch Süddeutschland und Ungarn bis zu den russischen Steppen durch die Anfänge der Maiskultur⁷⁶⁾ ausgedrückt erscheint. Mit dem Mais (*Zea*), dessen wahre Heimath unbekannt ist⁷⁹⁾, der aber erst aus Amerika nach Europa kam, hat es eine eigene Bewandniss. Die Länge der Vegetationszeit beschränkt ihn in Europa auf wärmere Gegenden; in Norddeutschland werden die Körner in der Regel nicht reif, in Amerika hingegen schwankt die Entwicklungsperiode je nach dem Klima um mehr als das doppelte, von 7 bis zu weniger als 3 Monaten⁸⁰⁾, und so reicht dort die Maiskultur bis nach Kanada. Die Fähigkeit, klimatische Varietäten zu erzeugen, ist hier noch grösser, als bei der Gerste, aber die Versuche, in Europa aus amerikanischer Saat Spielarten von kurzer Vegetationszeit zu erhalten, haben bis jetzt keinen Erfolg gehabt. Metzger⁸⁰⁾ fand sogar, dass der Tarascora-Mais, eine grosse amerikanische Varietät, schon in der dritten Generation in den gewöhnlichen, niedrigen, gelben Mais, wie er im Rheinthale gebaut wird, sich verwandelte. Das Akklimatisationsvermögen ist grösser, als die Fähigkeit, beständige Organisationen zu erzeugen, und es müssen daher eigenthümliche Beziehungen zwischen dem amerikanischen Klima und der Vegetation dieses Gewächses bestehen, welche in Europa nicht vorhanden sind.

Von den Getraidezonen wenden wir uns nun noch zu denjenigen einheimischen Holzgewächsen, die in Europa durch die Kultur bis an

ihre äussersten klimatischen Grenzen gerückt sind. Die Apfel-, Birn- und Kirschbäume (*Pyrus*, *Prunus*) sind, wie die Buche, im Norden an eine nordöstliche Vegetationslinie gebunden, die nur auf der Strecke von Moskau bis Kasan in eine rein nördliche übergeht⁸¹). In Norwegen reicht sie bis Drontheim (64°), nur die Kirsche geht bis 66°); von Schweden (61°) senkt sich die Polargrenze der Obstkultur über Narwa (59°) bis Moskau (56°) und von Kasan (56°) noch einmal zur Steppe hinab. Man sieht, dass die Zone der Obstbäume in Skandinavien fast ganz mit der der Eiche zusammenfällt, während sie in Russland, vorausgesetzt, dass die Angaben genau und die klimatischen Grenzen hier überall erreicht sind, wenigstens zwischen Petersburg und Moskau und dann wieder jenseits der Wolga einem verschiedenen Gesetze folgen würde. Vergleicht man ihre Nordostgrenze mit der Nordgrenze der Cerealien, so könnte man geneigt sein, den Satz auszusprechen, dass in dem einen Falle die Mittelwärme der Vegetationszeit, wie wir sie aus den meteorologischen Messungen ableiten, in dem anderen die Wirkung der direkten Sonnenstrahlen das bedeutsame Moment sei. Denn die Getraidefelder stehen unter dem Einfluss der Sonnenwärme, die vom heiteren Himmel auf sie herabstrahlt, oftmals weicht der Ackerbau von nebelreichen Seeküsten zurück: von den Bäumen ist ein grosser Theil der Organe im Schatten verborgen, und diese Gewächse zeigen im vorliegenden Falle eine grössere Abhängigkeit von derjenigen Wärme, welche man am beschatteten Thermometer abliest. Aber schon die Eichen in Russland und die dem Licht sich entziehenden Fichten würden davon Ausnahmen bilden, ebenso die Obstbäume selbst sich diesem so allgemein ausgedrückten Satze nicht fügen, da sie in gewissen Meridianen eine rein nördliche Vegetationslinie besitzen. Sehen wir, dass derselbe Baum im Westen nordöstlich, im Osten nördlich begrenzt ist, so heisst dies eigentlich nichts Anderes, als dass die solare Wärme, bis zu einem gewissen Grade gesteigert, die Verkürzung der Vegetationszeit zu ersetzen vermöge, oder umgekehrt, dass ihre Abnahme durch verlängertes Wachstum ausgeglichen werden könne. Man muss sich überhaupt hüten, klimatische Beziehungen, denen vielleicht eine beschränkte Wahrheit nicht abzusprechen ist, in weitem Sinne verallgemeinern zu wollen, nachdem wir schon mehrfach erkannt haben, wie gross die Verschiedenheiten

sind, die den einzelnen Bäumen in ihrer physischen Receptivität zukommen.

Auch der Weinstock ist ein Gewächs, welches an seiner Polargrenze der unmittelbaren Einwirkung der Sonnenstrahlen zu seinem Gedeihen zu bedürfen scheint und doch in seiner Heimath, im Schatten der Baumkronen, zu denen es emporrankt, von diesem Vortheil völlig ausgeschlossen ist. Wer das Vorkommen der wilden Rebe in den pontischen Küstenländern, in Thracien, Bulgarien und im Banat zu beobachten Gelegenheit hat, kann nicht daran zweifeln, dass die Laubwälder dieses Gebiets der Ausgangspunkt der Weinkultur gewesen sind, gerade so wie die Obstbäume aus den mitteleuropäischen Wäldern abstammen, wo sie noch jetzt als sogenannte Wildlinge vorkommen und namentlich in der russischen Eichenzone allgemeiner verbreitet sind. In ihrer Heimath treten diese Holzgewächse mit solchen ursprünglichen Eigenschaften auf, dass leicht zu erkennen ist, in welchen Richtungen die Veredelung durch die Kultur gewirkt hat. Die Früchte des Wildlings der Obstbäume und die wilden Trauben in den unteren Donauländern und am Pontus sind kleiner und weniger mannigfaltig in der Beschaffenheit des Safts. In ihrem Vorkommen sind sie da, wo sie ungestört blieben, durch Häufigkeit der Individuen und selbstständige Fortpflanzung den Waldbäumen ebenbürtig, welche sie begleiten. Die Rebe rankt an ihnen ebenso empor, wie bei uns der Hopfen oder der Epheu. Wenn man an dem Ursprung des Weinstocks aus den Pontusländern gezweifelt hat, so lag der Grund nur darin, dass man die Art des Vorkommens und die gleichartige Beschaffenheit der Beeren in ihrer Heimath nicht genug beobachtet hat. Klimatisch ist der wilde Weinstock an eine hohe Sommerwärme und an eine lange Dauer der Vegetationszeit gebunden, gegen die Variationen der Wintertemperatur verhält er sich vermöge seiner tief in den Boden dringenden Wurzeln gleichgültig. Als ein Erzeugniß schattiger Wälder steht er nicht unter dem Einfluss der direkten Sonnenstrahlen, der kontinentale Sommer gewährt ihm nur die diffuse Wärme der atmosphärischen Luft. Durch die Kultur ist der Weinstock zwar an höhere Polargrenzen, aber nicht in gleichem Sinne fortgerückt: durch die Kombination der langen Entwicklungsperiode (von 6 bis 7 Monaten) mit beträchtlicher Sommerwärme [von 15—16° R.⁸²] verbreitet sich der Weinbau in

Mitteleuropa nach Süden und nach Osten, in nordwestlicher Richtung hört derselbe auf. Die Vegetationslinie geht von der Bretagne ($47^{\circ} 30'$) fast geradlinig über Lüttich an den Rhein ($50^{\circ} 45'$) und durch Niederhessen ($51^{\circ} 20'$) und Thüringen bis Schlesien ($51^{\circ} 55'$), sie liegt der natürlichen Polargrenze in den Donauländern parallel. Dass sie in früheren Jahrhunderten einer weiter nordwärts gelegenen Parallele entsprach, die vom südlichen England über Preussen bis zu den russischen Ostseeprovinzen verlief, ist mit Recht darauf bezogen worden, dass man im Mittelalter, als die Kommunikationen des Handels in Europa noch wenig entwickelt waren, sich mit einem Weine begnügte, den man heutzutage verschmäht. Im Süden wird der Weinstock, wie es seine eigentliche Natur ist, häufig an Bäumen gezogen, die ihn beschatten: an der klimatischen Grenze seines Kulturgebiets muss man das Gewächs den Sonnenstrahlen aussetzen, um die nöthige Wärme zuzuführen, namentlich auch die des Septembers (wenigstens 12°), die zur Zuckerbildung in den Beeren am meisten beiträgt. Auf das wechselnde Mass der Wärme sind die zahllosen, chemischen Abänderungen vorzugsweise zurückzuführen, welche die Kultur nach und nach ins Leben gerufen hat, und auf deren Beständigkeit das Feuer, das Aroma, die Güte des Weins beruht. Der Boden ist nicht ohne Bedeutung, aber mit dem Klima an Wirksamkeit nicht zu vergleichen. Wie so viel günstiger die Bedingungen für solche Einflüsse werden, je mehr man sich der Heimat des Weinstocks nähert, zeigt die Stellung der ungarischen Weine im Verhältniss zu den deutschen. Wie aber diese Einwirkungen zunächst an die Wärme des Klimas geknüpft sind, erkennen wir, wenn wir die Weine des südlichen Frankreichs mit denen vergleichen, die in der Nähe der Polargrenze des Kulturgebiets erzeugt werden.

Vegetationsformen. Baer hat die Ansicht durchzuführen gesucht⁸³⁾, dass die Grösse der Gewächse vom Aequator zum Pol stetig abnehme, aber dieser Satz ist, in einer so allgemeinen Form ausgesprochen, nicht begründet und passt eigentlich nur auf das Uebergangsgebiet von den Wäldern zu den arktischen Gegenden. Nicht die Grösse der Bäume, sondern die Mannigfaltigkeit der Holzgewächse steigert sich mit der Wärme des solaren Klimas. Schon an der Baumgrenze selbst werden die Bäume oft sogleich hochstämmig, und innerhalb der bewaldeten Zonen hat man den höchsten

Wuchs nicht unter den Tropen, sondern zwischen den Parallelkreisen 50° und 30° in beiden Hemisphären, und zwar nicht als allgemeinen Charakter dieser Breiten, vielmehr nur als Eigenthümlichkeit einzelner Baumarten angetroffen. In den tropischen Wäldern finden wir eine vollständigere Benutzung des Raums durch Holzgewächse aus verschiedenen, gemischt wachsenden Familien, während das Wachsthum des einzelnen Baums weniger gefördert wird. Es lassen sich vier Hauptformen von Bäumen in der Richtung von der nördlichen Baumgrenze bis zum Aequator unterscheiden, von denen zwei durch alle Breitengrade vertreten, die beiden anderen auf die wärmeren Gegenden eingeschränkt sind. Die ersteren sind die Nadelhölzer und die periodisch belaubten Laubhölzer, die letzteren tragen immergrüne Blätter und zerfallen in dikotyledonische und monokotyledonische Formen. Sämmtlich können sie eine Durchschnittshöhe von 100 Fuss erreichen oder auch überragen, aber nur die Nadelhölzer und die dikotyledonischen Laubhölzer entwickeln aus dem Gipfel ihres Stammes eine verzweigte Krone, an deren Aesten das Laub vertheilt ist. Die monokotyledonischen Bäume vereinigen ihre Blätter zu einer ausgebreiteten, das einfache Holzgerüst abschliessenden Rosette, wo die Grösse des einzelnen Organs die Fülle des dikotyledonischen Laubes ersetzen muss, wie bei den Palmen und dem Pisang. Die klimatischen Bedingungen der Vertheilung dieser Formen aus ihrer Organisation abzuleiten, bieten sich im nördlichen Waldgebiete die Nadel- und Laubhölzer in doppelter Beziehung dar. Zuerst dadurch, dass sie für diese Zone typisch sind, indem unter den Tropen die ersteren entweder ganz fehlen oder in die Gebirge hinaufzucken und nur auf diesen den Aequator (in Sumatra) erreichen, die letzteren die kürzere Vegetationszeit der Savanen aufsuchen. Sodann aber sind sie innerhalb des Waldgebiets selbst in einer regelmässigen Stufenfolge so angeordnet, dass die Laubhölzer bis zur Baumgrenze nur durch wenige Arten, wie durch die Birke, vertreten sind, und dass man daher fast überall einen nördlichen, im Gebirge einen oberen Gürtel von Nadelhölzern jenseits und oberhalb der Laubwälder selbständig hervortreten sieht. Um in einem grossen Ueberblick diese Vertheilung der Wälder von Lappland bis zum Aequator aufzufassen, darf man sich vorstellen, dass die Zone der nördlichen Baumformen im westlichen Europa bis zum 45° Breiten-

grade oder noch einige Grade weiter hinabreicht, dass die immergrünen Laubhölzer die südliche Hälfte der Hemisphäre einnehmen, und dass in den Tiefebenen des Nordens die Nadelhölzer diesseits des Ural von der Baumgrenze bis zum 60. Parallelkreise, jenseits bis zu den Steppen (50⁰) oder bis zum Amurgebiete (53⁰) vorherrschen.

Dass es klimatische Bedingungen sind, wodurch die Organisation dieser Baumformen beherrscht wird, erkennen wir ebenso sehr aus ihrer physiologischen Lebensgeschichte, wie aus ihrer geographischen Anordnung. Für alle Gewächse von unbestimmter Dauer des Wachstums besteht die Aufgabe, von einer Vegetationsperiode zur folgenden das Leben ungefährdet hinüberzuführen. Dazu bedarf es theils eines Schutzes gegen die klimatischen Nachtheile während des Winterschlafs, theils der Vermittelung zwischen den Bewegungen, welche durch diesen Stillstand unterbrochen sind. Zerstörend wirkt das Klima auf das Gewebe durch die Aenderung der Spannungsverhältnisse, der die Membranen sowohl durch die sinkende Temperatur als durch Mangel an Feuchtigkeit unterworfen sind. In beiden Fällen treten Zerrungen ein, da die organisch verbundenen Gewebtheile weder gleichmässig noch gleichzeitig von den verkürzenden oder ausdehnenden Kräften ergriffen werden, und um so mehr wird ihr Zusammenhang, ihre regelmässige Anordnung gefährdet, je zarter die Membranen sind, je weniger dieselben Widerstand leisten können. Das allgemeinste Mittel, dem Gewebe Schutz zu verleihen, besteht daher in dem Verholzungsprocesse, der die Membranen verdickt, ihre Kohäsion und Elasticität erhöht und dadurch jene Zerreibungen erschwert, die wir in der Gliederung der Blattstiele, in der Oeffnung der Kapseln und Staubbeutel zu bestimmten Zwecken verwendet finden, aber auch bei dem Absterben der zarteren Organe in ihrem regellos verletzenden Wirken vor Augen haben. Der Baumstamm dagegen kann sich im stärksten Frost erhalten und mit dem saftentleerten Gewebe seiner inneren Schichten ohne Verwesung fortbestehen, weil seine Membranen im Holz und in der Rinde sich zu starren und doch bis zu einem gewissen Grade biegsamen Bildungen verdickt haben. Ebenso werden auch die Blätter immergrün, wenn die Aussenwände ihrer Oberhaut durch feste Ablagerungen hinlänglich inkrustirt sind und nun gleichsam

wie eine Hülle von Glas die zarten Gewebe des Inneren beschützen.

Die Bewegungen des Safts und die chemischen und organischen Umbildungen, welche die Vegetationszeit bezeichnen, hören während des Winterschlafs auf, und, wenn man auch zu dieser Zeit eine langsame Strömung des Wassers bei immergrünen Bäumen bemerkt hat, so ist diese Erscheinung doch nicht wesentlich. In dem excessiven Klima Sibiriens wenigstens kann sie nicht stattfinden, wo die Säfte der Nadelhölzer erstarren. Hier hat Middendorff⁸⁴⁾ die Wirkungen des Frostes auf die Bäume beobachtet und dadurch den Beweis gegeben, dass ihr Winterschlaf ein völlig latentes Leben von unbestimmter Dauer bedeute. Zu dieser Zeit ist der Holzkörper, die Membran mit den Säften, zu einer eisenharten Masse zusammengefröhen, so dass man sich scheut, beim Fällen eines Stamms die Aexte zu verderben. Dabei leiden die Bäume von der sibirischen Kälte nicht leicht: nur, wenn plötzlich das Thermometer auf 40° unter den Gefrierpunkt fällt, entstehen Frostspalten, und dann vernimmt man im Walde, indem das feste Gewebe zerreisst, heftige Detonationen. Im Frühlinge erwacht das Leben zuerst in den überwinternden Knospen, wenn diese von den Sonnenstrahlen getroffen werden: während die Lufttemperatur noch tief unter dem Frostpunkte steht und das Holz der Wurzeln und Stämme noch gefroren ist, belaubt sich schon die Lärche, es entwickeln sich schon die Kätzchen der strauchartigen Polarweiden und die Blüten der Alpenrose (*Rhododendron parvifolium*). Die Physiologie hat längst auf anderem Wege durch Versuche dargethan, dass die Saftbewegung nach dem Winterschlaf zuerst in den Knospen der Holzgewächse eingeleitet wird und sich von oben nach unten zu den Wurzeln fortpflanzt, aber Middendorff geht zu weit, wenn er wegen der Wirkungen, welche unmittelbar von der Sonne ausgehen, die Benutzung der meteorologischen Beobachtungen zur Erforschung der Lebensbedingungen verwerfen will, weil sich dieselben auf die diffuse Wärme der Luft beziehen. Diese ist für die beschatteten Gewächse maassgebend, und wenn auch vergleichende Messungen der Sonnenwärme nicht vorhanden, ja nicht einmal mit Schärfe ausführbar sind, so wissen wir doch, dass ihre Intensität nur von der geographischen Breite abhängt und also die Polhöhe für die Entwicklungsphasen der den Sonnen-

strahlen ausgesetzten Organe das entscheidende Moment ist. Die Aufgabe nun, die organischen Bewegungen des Frühlings an die des Herbstes anzuknüpfen, ist nicht immer so einfach zu erfüllen, als man sich vorstellen könnte, wenn man nur in Betracht zieht, dass das Wiedererwachen des Lebens von einer Steigerung der äusseren Lebensreize abhängt. Sie verwickelt sich dadurch, dass die Organe, welche nicht überwintern konnten, erst wieder ersetzt werden müssen, und dass dadurch ein gewisser Zeitraum verloren geht, der bei einer anderen Einrichtung erspart werden könnte. Auf diesem Unterschiede beruht die klimatische Anordnung der immergrünen Nadelwälder und der Laubwälder mit periodischer Belaubung.

Die Laubhölzer sind, insofern sie nicht die Blätter, sondern nur den Stamm gegen die Winterkälte zu schützen haben, dem nördlichen Klima auf eine einfachere Weise angepasst, als die Nadelhölzer. Aber abgesehen von einzelnen Ausnahmen bedürfen sie im Allgemeinen einer längeren Wachstumsperiode, und deshalb erreichen nur wenige die Baumgrenze. Bei ihnen wird das Laub, als ein Gebilde von zarterem Gewebe, weil es der in dasselbe eindringenden Kälte durch Zerrungen erliegen müsste, vor dem Eintritte derselben durch eigenthümliche Prozesse entfernt. Erst pflügt es sich zu entfärben, dann gliedert sich der Blattstiel und in einem scheinbar noch lebensfähigen Zustande wird es abgeworfen. Die glatten, durch Kork geschützten Narben, die es zurücklässt, schliessen die Organe, welche fähig sind, im Winter fortzubestehen, besser gegen die äusseren Schädlichkeiten ab, als wenn es an den Zweigen verwesen müsste. Hierbei entsteht nun der Nachtheil, dass die Reihe der Bildungen, die in jedem Jahre zu wiederholen sind, das vegetative Wachsthum, die Verholzung neu entstandener Gewebe, die Entwicklung der Blüthen und Früchte, durch die Periode der Belaubungszeit erweitert wird, die wiederum Ablagerung von Nahrungstoffen und Erzeugung von überwinternden Knospen im Herbst voraussetzt. Denn so lange die grünen Organe fehlen, findet keine Ernährung aus der Luft statt, und zur Bildung des neuen Laubes bedarf es, bis dasselbe ausgewachsen ist, eines Vorraths von Stärkemehl und anderer organischer Stoffe, welchen die im vorhergehenden Jahre thätigen Blätter bereiten und im Stamm und in den Knospen anhäufen mussten. Erst wenn der Baum wieder in seinem Frühlings-

laube prangt, beginnt er die allgemeine Aufgabe der Pflanzenwelt auf's Neue zu erfüllen, die unorganischen Grundstoffe des lebendigen Organismus aus der Luft und dem Boden in organische Substanzen umzubilden, die Kohlenhydrate und das Eiweiss herzustellen, welche die materiellen Träger alles Lebens auf der Erde sind. Ferner wurden die neuen Blätter schon im Herbste des vergangenen Jahrs so weit vorgebildet, um geschützt durch ihre Knospenhüllen am Winterschlaf Theil zu nehmen, im Frühlinge um so rascher auszuwachsen und dadurch die Periode der Belaubung möglichst abkürzen zu können. Ebenso kann auch die Entwicklung der Blüten auf beide Jahrgänge sich vertheilen, und auch für deren Knospen sind dann besondere Schutzorgane erforderlich. Die Knospenhüllen oder Tegmente bedürfen ebenfalls einer angemessenen Sicherung gegen die Kälte und werden durch Festigkeit des Gewebes, durch Behaarung oder durch Harze, die die Wärme wenig leiten, dem Frost zu widerstehen vorbereitet. Wenn also die allgemeinen Aufgaben der Vegetation und der Fortpflanzung dieselben bleiben, aber ausserdem sowohl die Belaubung im Frühlinge als die Ablagerung der organischen Nahrungsstoffe und die Ausstattung der überwinternden Knospen eine gewisse Zeit in Anspruch nehmen, muss die Wachstumsperiode von Bäumen, die ihr Laub verlieren, länger dauern, als bei denjenigen, die es bewahren. Dagegen kann auch das umgekehrte Verhältniss eintreten, wenn, wie bei den stetig ihre Früchte reifenden Agrumen, die erforderlichen Leistungen sich steigern und auch in andern Fällen kann dieser Massstab der Zeit sich ändern, sei es dass die organische Arbeit selbst beschleunigt ist, oder dass, wie wir früher bei der Birke und Lärche gesehen haben, der Eintritt oder das Ende der Wachstumsperiode an geringere Wärmegrade, als bei anderen Bäumen, geknüpft sind.

Bei den immergrünen Nadelhölzern tritt nun also allgemein in den Vordergrund der Lebenserscheinungen, dass, da die Periode der Belaubung erspart wird, die Vegetationszeit sich verkürzen kann. Sobald die Wärme des Frühlings auf sie einwirkt, beginnt die Ernährung aus den unorganischen Umgebungen unmittelbar. Allein der Vortheil der Zeitersparung erstreckt sich vielmehr auf den Anfang, als auf das Ende der Wachstumsperiode. Wenn die Nadel der Kiefern drei, die der Tannen sogar zehn Jahre und länger sich

thätig erhält⁶⁵), so wird doch wenigstens ein Drittel oder ein Zehntel ihrer Gesamtmasse in jedem Frühlinge gleichzeitig neu gebildet. Die Blattknospen müssen daher, wie bei den Laubhölzern, zum Ueberwintern geschickt sein, und ebenso die Blütenknospen. Die Periodicität dieser Bildungen fordert also ebenfalls Ablagerungen von Stärkemehl im vorausgehenden Jahre, da die Thätigkeit der alten Blattnadeln der rasch verlaufenden Entwicklung der Knospen nicht genügt. In der Frühlingsperiode erwachen bei der Kiefer auch die unterbrochenen Gewebbildungen der verspäteten Samenreife, und in dieser Jahreszeit bestehen demnach die meisten Ansprüche an Vorräthe von Nahrungstoffen, die, im Herbste aufgespeichert, zum Wachsthum der Organe bereit sind. Die besondere klimatische Stellung der Nadelhölzer lässt sich zunächst nur darauf beziehen, dass neben dem Verbrauch dieser Vorräthe schon der Anfang der Wachstumsperiode zur Thätigkeit der grünen Organe dienen kann. Um so merkwürdiger ist es, dass dieser Vortheil gerade von der Lärche aufgegeben wird, dem nördlichsten aller Bäume in Sibirien, der aber, wie bereits gezeigt wurde, durch seine Fähigkeit, die Nadeln noch im Frost zu bewahren, eigenthümlich dasteht. Die Erscheinung, dass solchen Vorzügen gemäss die Nadelhölzer die nördliche Baumgrenze bilden und insofern einer Verkürzung der Vegetationsperiode angepasst sind, welche die meisten Laubhölzer nicht ertragen, drängt weiter zu der Frage, weshalb nicht dieselbe geographische Anordnung auch den immergrünen Laubbäumen zukommt, die doch in Beziehung auf die Zeitbenutzung in gleicher Lage sind. Wir werden in der Folge sehen, dass diese ebenso sehr an Klimate von langen Entwicklungsperioden gebunden sind, wie die Nadelhölzer sich gegen die Dauer der Vegetationszeit gleichgültig verhalten. Läge hierin vielleicht ein Fingerzeig, dass in diesem Falle doch nur spezifische Eigenthümlichkeiten zu Grunde liegen, und dass die organischen Schöpfungen zwar nach systematischen Typen an die Scholle gebunden sind, nicht aber nach der Gestaltung der vegetativen Organe, die sich bei den verschiedensten Organisationen wiederholen könnten, und die die Natur den veränderten klimatischen Bedingungen anzupassen wohl im Stande wäre? Voreilig würde es sein, dies zu bejahen, da sich doch nicht verkennen lässt, dass die Nadelhölzer von der Form der immergrünen Laubbäume in mehrfacher Beziehung abweichen. Nur die starke Oberhaut

ist ihren Blättern gemeinsam: durch die linienförmige Gestalt der Blattnadel und durch die Einfachheit ihres centralen Gefässbündels sind die Nadelhölzer weit geeigneter, der Kälte Widerstand zu leisten, weil hier die Zerrung des Gewebes nach dem Längsdurchmesser erfolgt, wogegen das Laubblatt nach zwei Dimensionen, dessen Adernetz in allen Richtungen seiner Ebene Verkürzungen zulässt. Es fehlen dieser südlichen Baumform ferner die festen Tegmente der überwinternden Knospen, die bei den Nadelhölzern und bei den immergrünen Laubsträuchern des hohen Nordens vorhanden sind. Da diese Organe bei den arktischen Ericaceen und bei den hochnordischen Pappeln durch Harz gegen Nachtheile des Klimas geschützt werden, so ist es denkbar, dass dasselbe Secret auch in der Nadel der Coniferen ähnliche Dienste leistet. Endlich besitzen die Nadelhölzer in dem Gesetze ihres Holzwachsthums ein Mittel, die Vegetationsperiode zu verkürzen, indem die Dicke der Jahresringe, also die Masse des in einem gegebenen Zeitraume gebildeten Holzes in der Richtung gegen ihre Polargrenze regelmässig abnimmt. Middendorff fand bei seinem Vordringen in die nördlichen Gegenden von Sibirien, dass die Baumstämme allmählig immer dünner wurden, ohne dass die Höhe ihres Wuchses sich verringerte⁵⁶⁾. Nach vergleichenden Messungen an der Lärche waren die Holzringe in südlicheren Gegenden 3—5, innerhalb des Polarkreises weniger als 2 Millimeter dick. Aehnliche Schwankungen hängen indessen auch von anderen Umständen, von dem Standorte, von der Ungleichheit der Witterung in verschiedenen Jahren ab, sie sind als eine Wirkung mangelhafter Ernährung anzusehen. An der Baumgrenze selbst kommt in Sibirien bei mehreren Arten auch eine Verkürzung des Stamms, eine Bildung von Zwergbäumen vor, z. B. bei der Arve (oder Zirbelkiefer: *Pinus Cembra*), aber die Abnahme der Stammdicke tritt allmählicher ein, sie ist viel allgemeiner und nicht bloss darauf zurückzuführen, dass die Bäume in der Ungunst des Klimas leichter zu Grunde gehen und die Bestände daher durchschnittlich ein jüngeres Alter zeigen. Middendorff, der diese Ansichten ausspricht, scheint zugleich anzunehmen, dass dasselbe Verhältniss für alle Bäume, nicht bloss für die Coniferen, gelte: allein die dänische Buche beweist durch die Pracht ihres Wachsthums, dass auch in der Nähe

seiner klimatischen Grenze ein Baum die grössten Dimensionen in beiden Richtungen bewahren kann.

Ungeachtet der den Nadelhölzern eigenen Vorzüge, wodurch sie den kürzesten Vegetationsperioden, welche das Baumleben erträgt, angepasst erscheinen, bleibt doch das Problem, weshalb die immergrünen Laubwälder dem nördlichen Gebiete fehlen, nicht hinreichend aufgeklärt. Warum sollten nicht auch bei ihnen feste Knospenhüllen und andere Einrichtungen der Organisation möglich sein, die doch selbst die arktische Flora bei ihren immergrünen Sträuchern zulässt? Vielleicht könnte man dabei stehen bleiben, dass die Strenge des Winters und die Schwankungen der Temperatur, welche in den höhern Breiten den Uebergang der Jahreszeiten zu begleiten pflegen, von niedrigen Sträuchern, die bis zum Sommer von Schneelagen geschützt sind, leichter ertragen werden, als von Bäumen, deren breite Blattflächen der kalten Luft ausgesetzt sind und die, wenn ihr Saft sich wieder regt, noch den Spätfrösten des Frühlings oder, ehe die Winterruhe eingetreten, der Ungunst des Herbstes widerstehen müssten. Ob hiedurch die Frage schon erschöpft sei, kann erst später, wenn sie uns im Mittelmeergebiete auf's Neue begegnet, erörtert werden. In dieser einleitenden Uebersicht der Baumformen genüge es, die Thatsache auszusprechen, dass die immergrünen Laubhölzer erst da auftreten, wo die Unterbrechungen der Vegetationsperiode nicht mehr bloss auf der Winterkälte, sondern auch auf trockenen Jahreszeiten beruhen. Diese beginnen aber in denjenigen Breiten, wo die Winter milde werden, und hier finden wir die Nordgrenze der Lorbeer- und Olivenform. Wo sie ausnahmsweise das Bereich des trockenen Sommers überschreiten, sind es Arten von langer Vegetationszeit, die schon deshalb dem Norden fremd bleiben müssen. Die Gefährdung, welche das Blatt durch Verdunstung bei mangelndem Wasserzuzfluss aus dem Boden erleidet, wird am einfachsten durch die verstärkte Inkrustation seiner Oberhaut beseitigt. Ehe diese vollendet ist, sind die Temperaturschwankungen am nachtheiligsten, und auch deshalb suchen die immergrünen Laubhölzer die Gegenden des milden Winters auf. Noch empfindlicher gegen die Kälte sind endlich die monokotyledonischen Bäume, weil der Verlust der Gipfelknospe den Untergang des einfachen Stammes zur Folge hat. Nur die Bambusenform, welche durch ihre Seitenknospen sich von den übrigen

Formen unterscheidet, erträgt in einem einzelnen Falle den Winter der kurilischen Inseln (46° N. B.). Die monokotyledonischen Bäume haben ihre eigene Oekonomie, die sich am meisten in dem ersparten Holzwachsthum ausspricht. Wenn Nägeli⁸⁷⁾ meinte, dass die Holzbildung der dikotyledonischen Bäume »als eine arge Verschwendung erscheine«, so ist zu erinnern, dass die während einer unbestimmten Zeit beständig fortdauernde Vergrösserung der Baumkrone eine stetig wachsende Last ist, welche eine entsprechende Stütze fordert. Der durch Krankheit und Alter hohl werdende Baum leistet wenig mehr, sich den Sturmwinden gegenüber zu erhalten. In dem gesunden Organismus ist stetiges Dickenwachsthum der Säule, welche die Krone zu tragen hat, nothwendig, wogegen die Laubrossette der Palme eine frühzeitig in ihrem Gewicht abgeschlossene Grösse ist, deren Stütze sich zwar verlängert, aber den einmal erlangten Querdurchmesser nicht weiter mehr verändert.

An einzelnen Vertretern der Nadel- und Laubholzformen stehen die Wälder des östlichen Kontinents dem westlichen und vielen anderen Florengebieten nach. Und doch hat mit den einfachsten Mitteln die Natur über unsere Länder einen grossen Schmuck ausgebreitet. Unsere Bäume gehören zu den schönsten der Erde, jeder hat sein eigenes, bedeutendes Gepräge, und die Kunst schöpft ohne Unterlass aus diesen unversieglichen Quellen, wo individuelle Gestaltung und Gruppierung die Mannigfaltigkeit der Organisation so reichhaltig ersetzen. Von Nadelholzbäumen zählte ich nur elf sicher umgrenzte Arten⁸⁸⁾, unter denen mehrere nur örtliche Erscheinungen sind, und die übrigen grösstentheils schon in dem ersten Abschnitt nach ihren klimatischen Bedingungen gewürdigt wurden. Aber es bleibt übrig, Einzelnes hinzuzufügen und auch andere Seiten ihrer geographischen Anordnung in Betracht zu ziehen. Ausser dem *Taxus*, der dem Buchenklime entspricht, gehören diese Coniferen sämtlich zu der Gattung *Pinus* nach deren ursprünglicher Umgrenzung. Ueber die Kiefern, die immergrünen *Pinus*-Arten mit zwei oder mehreren Nadeln in derselben Scheide, herrscht noch einige systematische Unsicherheit, aber nicht über die beiden Arten, denen eine grössere geographische Wichtigkeit zukommt (*P. sylvestris* u. *Cembra*). Die drei Tannen, bei denen die Nadeln einzeln, aber gedrängt stehen, sind leicht von einander zu unterscheiden: die Fichte

trägt hängende Zapfen, bei den beiden Edeltannen stehen dieselben aufrecht, und an der Unterseite ihrer Nadeln verläuft ein weisslicher Längsstreifen, die europäische hat aus dem Zapfen hervorragende, die sibirische versteckte Deckblätter. Die Lärche zeichnet sich durch ihre gehäuften Nadeln aus, die im Winter abfallen. Von diesen Coniferen bilden die Kiefer und die Fichte die ausgedehntesten Waldbestände. Da ihr Wohngebiet häufig zusammenfällt, kann man leicht erkennen, in wiefern ihr Vorkommen von Bodeneinflüssen abhängt. In Westeuropa ist die Kiefer das Nadelholz der Ebene, die Fichte ist der herrschende Gebirgsbaum, und selbst geringe Höhenunterschiede begründen zuweilen diese Anordnung, wie auf den Hügelwellen der Lüneburger Haide. Im nördlichen Russland⁸⁹⁾, wo nur die Stümpfe den Wald unterbrechen, ist umgekehrt die thonreiche Niederung des alten rothen Sandsteins von Fichtenwäldern, das sandige Hügelland des Diluviums von der Kiefer bedeckt, die aber ebenfalls das Wasser nicht scheut, wenn sie nur lockeren Boden findet. In den Alpen sieht man die Kiefer bei Weitem nicht so hoch ansteigen, wie die Fichte, während sie auf den Fjelden des südlichen Norwegens bis zu gleichem Niveau vorkommt⁹⁰⁾ und in Lappland, wo sie an ihrer Polargrenze (70°) zuweilen noch 60 Fuss hoch ist, beinahe bis zum äussersten Saume der Wälder reicht, von dem die Fichte in einem grösseren Abstände (67°, lokal 69°) zurückbleibt. In Sibirien wiederum, wo sie bis in das Amurgebiet sehr verbreitet ist und oft mit den Tannen und anderen Bäumen gemischt wächst, findet sie sich nicht einmal bis zum Polarkreise⁹¹⁾. Alle diese so grossen und verschiedenartigen Ungleichheiten des Vorkommens lassen sich fast ohne Ausnahme auf zwei Forderungen ihrer Organisation zurückführen, auf die tiefe Pfahlwurzel, mit welcher die Kiefer in den Boden eindringt, und auf das grössere Lichtbedürfniss ihrer weitläufig geordneten Nadeln. Merkwürdig sind die Unterschiede ihres Wachsthum: die Höhe kann 120 Fuss betragen oder zu verküppelter Form herabsinken, je nachdem die Erdkrume fester oder lockerer ist und die Feuchtigkeit aufspart oder in den Untergrund entlässt. Deshalb flieht sie auch das Gebirge, wenn die Gesteine mit einer zu flachen Erdkrume bedeckt sind. Die Fichte verhält sich in ihren Ansprüchen an den Boden und an die Beleuchtung entgegengesetzt. In ihren geschlossenen Beständen erzeugt sie den tiefsten

Schatten, und man erstaunt, wie sie an den steilen Felsgestaden der norwegischen Fjorde auf dem kleinsten Absatz mit ihren flachen Wurzeln sich zu befestigen vermag und doch dabei zu der Grösse der höchsten Mastbäume sich erhebt, wenn der Boden ihr nur Feuchtigkeit genug spendet. Aus den äusseren Lebensbedingungen ist es indessen nicht zu erklären, dass die Kiefer im Tieflande Ungarns fehlt, wo sie den passendsten Boden finden würde und gewiss auch nicht durch klimatische Ursachen ausgeschlossen wird. Von Galizien aus verbreitet sie sich nur bis zum Fuss der Central-Karpaten⁹²⁾, und in Siebenbürgen hat sie nur die obere Waldregion an einzelnen Orten erreicht. Da Ungarn fast vollständig von dem Kranze der Karpaten umschlossen wird, so wird die Erscheinung als eine unvollendete Wanderung zu betrachten sein, indem der Baum die Höhen des Gebirgs von auswärts nicht zu überschreiten und daher in das innere Tiefland nicht einzudringen vermochte. Klimatisch verglichen scheint die Fichte von der Kiefer durch die kürzere Vegetationszeit sich zu unterscheiden, und rückt daher auf den Pyrenäen, an deren Fuss dieselbe am längsten währt, höher in das Gebirge, als auf den Alpen. Da aber ihre Polargrenze von Skandinavien bis zum Jenisei, wenn wir nämlich die sibirische Fichte als eine blosser Spielart auffassen, überall fast unter gleicher Breite liegt, so verhält sie sich ungeachtet ihres Schattenbedürfnisses wie ein Gewächs des solaren Klimas [Lapland und Kanin 67⁰, Petschora 68⁰, Jeniseisei 67⁰⁹³⁾]. Umgekehrt ist die Lärche ein Baum, der das Licht sucht, wie die milde Helligkeit ihrer Wälder andeutet, und gerade sie wächst nicht in Skandinavien, nicht im Meridian der Alpen, sondern im Nordosten, zwischen dem weissen Meere und dem Ural. Diese nordischen Lärchen, die wir als sibirische Spielarten betrachtet haben, sind von der europäischen Form, die in der Schweiz die oberste Waldregion bewohnt, durch die ganze Tiefebene Russlands von Wjätka bis zu den Karpaten getrennt, und hiemit stimmt die Verbreitung der Cembra-Kiefer oder Arve überein, nur dass diese in Sibirien nicht so weit nach Norden reicht (68⁰) und diesseits des Ural südwestwärts bis Wologda und Perm gefunden wird. Dieser Baum ist durch fünf in derselben Scheide vereinigte Nadeln und durch essbare Samen kenntlich, derselbe scheint an eine kurze Wachstumsperiode gebunden zu sein und beschattet den Boden tiefer als die Lärche. Die

beiden Edeltannen gleichen sich im Wuchse nicht: die europäische ist ein prächtiger Baum mit weit ausgebreiteter, dunkel schattender Krone und von bedeutender Stammdicke; die Pichta hat die Pyramidalform der lombardischen Pappel⁹⁴), ihre kurzen Zweige geben ihr das magerste Ansehen. Keinen edleren Baumschmuck hat der Schwarzwald, als wo die alten Edeltannen, mit Fichten gemischt, die feuchten Gehänge der gegen den Rhein sich öffnenden Thäler bewalden, sobald nur die Erdkrume tief genug ist, ihre Pfahlwurzel aufzunehmen. Die Pichtatanne gleicht ihr nur in dem Feuchtigkeitsbedürfniss, sie bewohnt das aufgeschwemmte Uferland der sibirischen Ströme.

Die Anzahl der laubtragenden Bäume ist zwar sechsfach grösser als die der Nadelhölzer (ich zähle, abgesehen von der Weidenform, 67 Arten), aber die meisten sind nur Begleiter der zusammenhängenden, einförmigen Buchen-, Eichen- und Birkenwälder und fast die Hälfte beschränkt sich auf einzelne Abschnitte der Grenzgebiete, in welche sie zum Theil nur spärlich von auswärts eintreten. Zur übersichtlichen Darstellung habe ich zwei Verzeichnisse entworfen, von denen das eine die hochstämmigen Laubhölzer nach den Baumformen, das andere sie nach ihrer geographischen Verbreitung ordnet. Legen wir Humboldt's Auffassung zu Grunde, der die dikotyledonischen Laubhölzer nach der physiognomisch bedeutenden Gestaltung des Blatts eintheilt, so haben wir unter den Bäumen mit biegsamem und periodischem Laube überhaupt nur vier Formen zu unterscheiden, deren Typus durch die Buchen, Linden, Eschen und Weiden bezeichnet werden kann. Dieser Eintheilung entspricht, was man in der Landschaftsmalerei den Baumschlag zu nennen pflegt. Der Buchenform ist ein breites, elliptisches oder längliches, der Linde ein abgerundetes Blatt eigen: vom Blattstiele aus tritt in das erstere ein einziges Gefässbündel, die Mittelrippe, ein, in das letztere eine Mehrzahl von solchen Rippen, die sich divergirend in der Fläche ausbreiten; die Esche sodann hat gefiedertes Laub, bei welchem an denselben Blattstiel eine Anzahl von paarweise geordneten, abgeordneten Flächen oder Blättchen sich anfügt, und die Weide trägt einfache, schmale, vorzüglich im Längsdurchmesser entwickelte Blätter. Zu den drei ersteren Formen werden nur wirklich hochstämmige Bäume gerechnet; unter der Weidenform, die schon Hum-

boldt so benannte, ist es wegen der häufigen Uebergänge und der übereinstimmenden Bedingungen des Vorkommens zweckmässig, die baum- und strauchartigen nicht von einander zu trennen. Der Lindenform entspricht bei Humboldt, der von der Physiognomie der Tropen ausging, seine Malvaceen- und Bombaceenform, der Esche die Mimose, oder wenn man diese wegen der zarten Theilungen des Blatts auch abgesondert aufführt, die tropische Tamarinde. Uebrigens ist die Unterscheidung des Buchen-, Eichen- und Eschenlaubes nur von Interesse für die Physiognomie und die individuelle Gestaltung des Baumschlags, für die geographische Anordnung der Laubbölzer ist sie bedeutungslos, obgleich die mannigfaltige Beleuchtung des Walddunkels innig mit den Blattgestalten zusammenhängt. Zu der Buchenform (25 Arten) zähle ich ausser der Buche selbst die Kastanie, die Hainbuche (*Carpinus*), 5 Eichen, 3 Ulmen, die Syringa, 2 Ebereschen (*Sorbus*) und 11 wilde Obstbäume (*Prunus*, *Pyrus*); zu der Lindenform (29 Arten) gehören 6 Linden, 9 Ahorne (*Acer*), eine Eberesche, 5 Pappeln (*Populus*), ein Nussbaum (*Corylus*), 5 Birken und 2 Erlen (*Alnus*); die Eschenform endlich (13 Arten) ist vertreten durch 2 Eschen (*Fraxinus*), den Fliederbaum (*Sambucus*), eine Staphylea, 4 Ebereschen und im Amurgebiet durch 2 Wallnussbäume (*Juglans*), so wie einzelne Vertreter der Rutaceen (*Phellodendron*), der Leguminosen (*Cladrastis*) und der Araliaceen (*Araku*).

Die unermessliche Ebene, welche vom atlantischen bis zum stillen Meere durch Europa und Nordasien sich fast ununterbrochen ausdehnt, begünstigt die Wanderung der kräftigeren Organismen in so hohem Grade, dass sie daselbst leicht ihre klimatischen Grenzen erreichen können, während der ursprüngliche Ausgangspunkt der einzelnen Arten sich in den meisten Fällen nicht mehr ermitteln lässt. Dieses Verhältniss giebt den Vegetationslinien der Bäume eine erhöhte Bedeutung und ist für die geographische Anordnung der Laubbölzer ebenso, wie für die Coniferen, im Allgemeinen massgebend. Allein wie wir in den Karpaten ein mechanisches Hinderniss erblickten, welches dem Eindringen der Kiefer nach Ungarn entgegensteht, so ist es der Ural, der als ein Meridiangebirge in ähnlicher Weise auf die Laubbölzer des Seeklimas einzuwirken scheint. Indessen sind die Beobachtungen darüber bis jetzt nicht entscheidend. Middendorff⁹⁵⁾ bemerkt, dass fast alle Laubbölzer, welche

die europäischen Buchen- und Eichenzonen bewohnen, am Ural ihre Grenze finden: namentlich führt er ausser der Eiche und den Obstbäumen die Ahorne und die Ulmen, die Esche und die schwarze Erle an; ferner findet sich die Linde in Westsibirien zu einem Strauche verkümmert, der nach seiner Meinung von versuchten Anpflanzungen übrig blieb, die keinen Erfolg hatten. Diese Erfahrung würde den Beweis zu enthalten scheinen, dass der Ural nicht durch das mechanische Hinderniss seiner Erhebung, sondern als klimatischer Wendepunkt auch die übrigen Laubhölzer zurückhalte. so wie ja gerade in diesem Meridian die Einflüsse des europäischen Seeklimas aufhören. Auf der anderen Seite ist es indessen nicht wahrscheinlich, dass die östliche Vegetationslinie einer so beträchtlichen Anzahl von Bäumen eine und dieselbe sein sollte, und wenn die sibirischen Nadelhölzer den Ural überschreiten, so könnte man dies daraus erklären, dass, weil die Region der Coniferen höher liegt, als die des Laubwaldes, die ersteren leichter über die Pässe gelangen können, als die Bestandtheile des letzteren. Es wäre, um diese Frage zu entscheiden, erforderlich, wie mit der Linde es geschah, so auch von den übrigen Laubhölzern die Einführung in Sibirien zu versuchen. Da fast nur die Birke, die weisse Erle, die Traubenkirsche, die Eberesche und die Pappeln beiden Gebirgsseiten gemeinsam sind, da ferner die meisten dieser Bäume in Sibirien selten vorzukommen scheinen, und auch die Birke, der häufigste unter ihnen, nur in gewissen Gegenden, vielleicht erst in neuerer Zeit die Nadelhölzer zu verdrängen anfängt, so muss man den Laubwald allgemein auf zwei, durch den sibirischen Nadelwald getrennte Hauptzonen beschränkt sich vorstellen, auf die mitteleuropäische und auf das Amurgebiet. Denn gerade wie der Ural den europäischen Laubwald im Osten begrenzt, so die Chingan-Stanowoikette die des Amur im Nordwesten. Da aber dieses Gebirge von Thälern durchbrochen wird, welche die Zuflüsse des Stroms aufnehmen, dessen Quellen näher am Baikal liegen, so ist der Austausch von der einen Gebirgsseite zur anderen nicht, wie beim Ural, abgeschnitten und so kennen wir auch bereits zwei Laubhölzer, welche von Daurien aus den Amur abwärts begleiten (*Betula davurica* und *Pyrus baccata*). Die Bäume können hier leichter ihre wirkliche klimatische Grenze erreichen, als am Ural.

Vergleichen wir nun die Verbreitung der einzelnen Laubhölzer mit den klimatischen Zonen, in welche das ganze Waldgebiet eingetheilt wurde, so lassen sie sich zwar denselben im Allgemeinen leicht einordnen, aber die meisten bewohnen zwei oder mehrere zugleich. Aus dem geographischen Verzeichniss entnehme ich die folgende Uebersicht, an welche sich Bemerkungen über einzelne Bäume anschliessen. Durch alle sieben Zonen nachgewiesen sind nur zwei Laubhölzer, die Traubenkirsche (*Prunus Padus*) und die Eberesche (*Sorbus aucuparia*): sie verhalten sich also ähnlich, wie die Kiefer. Fast ebenso weit, aber in Kamtschatka noch nicht beobachtet, sind die drei einheimischen Pappeln verbreitet, von denen die Espe (*Populus tremula*) noch im Amurgebiete vorkommt, die Schwarz- und Weisspappel (*P. nigra* u. *alba*) wenigstens bis zum Altai angegeben werden. Die nordische Birke [*Betula alba* L.⁹⁶], die wegen der längeren Erhaltung ihrer weissgefärbten Rindenlamellen den Namen der Weissbirke allein verdient, ist ebenfalls ein Baum, dessen Wohngebiet die ganze Breite des alten Kontinents von Skandinavien bis Kamtschatka und zum Amur umfasst. Aber in Europa erhebt sich diese Art diesseits der Ostsee allmählig in die Gebirgsregionen oder geht auf dem kälteren Sumpfboden in Strauchformen über (*B. alba* var. *pubescens* Ehrh.). In den Ebenen Russlands hat sie Blasius⁹⁷) auf die nördlich vom Waldai (58°) gelegenen Gegenden fast ganz beschränkt gefunden, hier erreicht sie ihre Südgrenze auf der Wasserscheide der nördlichen und südlichen Ströme, sie entspricht also der Zone der Nadelhölzer und wird in der der Eiche durch die deutsche Birke vertreten. Die weisse Erle (*Alnus incana*) hat fast ganz dieselbe Verbreitung, auch sie findet sich bis zum Amur und bis Kamtschatka, dringt aber nicht so weit in das westliche Buchenklima ein. Diese sieben Laubhölzer nun sind es fast allein, welche die Zone der Nadelwälder in Sibirien aufnimmt, nur in die südlichsten Gegenden vom Altai bis Daurien treten noch einige andere ein, bis zuletzt am Amur die Physiognomie der Landschaft sich vollständig ändert.

Eine grössere Reihe europäischer Laubhölzer entspricht dem Buchenklima und der russischen Eichenzone zugleich. Ich zähle aus dieser Gruppe 14 Arten. Ausser denen, welche Middendorff durch den Ural begrenzt fand, gehört dahin auch die deutsche Birke (*Betula verrucosa*), welcher Ehrhart wegen ihrer im Alter aufgerissenen

Rinde den passendsten Namen gab. An die übrigen, welche vorher schon erwähnt wurden, knüpfe ich nur noch einzelne Bemerkungen. Die Eiche mit gestielten Eicheln (*Quercus pedunculata*) und die Winterlinde (*Tilia parvifolia*) schliessen den Bezirk ihrer Nebenarten, der Trauben-Eiche (*Q. Robur*) und der Sommerlinde (*T. grandifolia*), in sich ein und gehen weit über deren Grenzen hinaus. Dies ist ein Verhältniss, welches sich häufig bei nahe verwandten Arten wiederholt und das sich nach Darwin's Lehre zwar leicht erklären, aber ebenso wohl auch mit der Vorstellung vereinigen lässt, dass von einem Vegetationscentrum zwei ähnliche Organisationen von ungleicher klimatischer Sphäre ausgingen, von denen daher die eine sich über einen grösseren Raum ausbreiten konnte, als die andere. Die Polargrenze der Winterlinde stimmt mit der der Eiche nicht ganz überein. An der norwegischen Küste (62°) bleibt sie hinter der letzteren zurück, und da in Russland an der Dwina (62°) das Gegenheil stattfindet, so hält sie sich mehr an eine bestimmte Polhöhe, als die Eiche, ohne dass selbst die Erwärmung durch den Golfstrom auf ihr Fortkommen einzuwirken scheint. Dies hat jedoch wohl nur örtliche Ursachen, da sie sogar an der Ostküste Schwedens (63°) weiter nach Norden geht, als die Eiche. Die drei Ahornbäume, welche in einem grossen Theile Mitteleuropas einheimisch sind (*Acer campestre*, *platanoides* u. *pseudoplatanus*), erreichen die Polargrenze der Eiche nicht, sondern bleiben in verschiedenem Abstände hinter derselben zurück. Die Esche (*Fraxinus excelsior*) tritt selten in grösseren Beständen auf, aber der Westseite der norwegischen Fjelde (60—61°), wo die Nadelhölzer zurücktreten, verleiht sie den freundlichen Schmuck des Laubwaldes: der feuchte Sommer von Bergens Stift ist ihr günstig und noch mehr das Ausbleiben der Herbstfröste, weshalb ihr Vorkommen in Russland in östlicher Richtung sich vereinzelt. Noch sporadischer treten die drei europäischen Ulmen auf (*Ulmus campestris*, *montana* u. *effusa*), die in einzelnen Stämmen dem Laubwalde beigemischt zu sein pflegen, aber wegen ihrer Aehnlichkeit in den meisten Gegenden nicht unterschieden werden. Die schwarze Erle (*Alnus glutinosa*) ist an die Nachbarschaft des fliessenden Wassers gebunden und bildet insofern einen Uebergang zur Weidenform. Von den wilden Obstbäumen gehören endlich in diese Gruppe die süsse Kirsche (*Prunus avium*), der Apfel- und der Birn-

baum (*Pyrus malus* u. *communis*): keiner derselben geht so weit nach Nordosten, wie die Eiche, und wiewohl der Apfelbaum, der härteste von ihnen, in Norwegen bis zu deren Polargrenze fortkommt, erträgt er in Russland nicht einmal das Klima von Petersburg. — Eigenthümliche Bäume besitzt die russische Eichenzone nicht, aber, wie früher schon bemerkt wurde, nimmt sie zu den mitteleuropäischen Laubhölzern noch den Ahornbaum der unteren Dopauländer (*Acer tataricum*) auf, der in dieser Richtung die Zone der Cerris-Eiche überschreitet.

Sieben Arten von laubtragenden Bäumen entsprechen mehr oder weniger genau dem ganzen Umfange des Buchenklimas, ausser der Buche selbst (*Fagus sylvatica*) die Hainbuche (*Carpinus Betulus*), die Traubeneiche (*Quercus Robur*), der Fliederbaum (*Sambucus nigra*), die Sommerlinde (*Tilia grandifolia*) und zwei Ebereschen (*Sorbus Aria* u. *terminalis*). Unter diesen Laubhölzern weicht der Fliederbaum am meisten von der Buche ab, der an der Küste Norwegens sogar noch über die Eiche hinaus nach Norden geht (— 64°), ohne dass derselbe sich in Russland jenseits der Buchengrenze in wildem Zustande finden soll. — Eigenthümlich ist den südlichen Landschaften Skandinaviens eine Art von Ebereschen, welche von dort aus die Ostsee bis zu den deutschen und finnischen Küsten überschritten hat (*Sorbus intermedia* Pers. Syn. *S. scandica* Fr.). Ferner bewohnen 13 Laubhölzer einzelne Abschnitte des Buchenklimas, südlichere, meist aus den Gebirgen des Mittelmeergebiets stammende Formen, welche von auswärts in das Gebiet eintreten. An die Kastanie (*Castanea vesca*) reiht sich ein Ahorn, der aber hier gewöhnlich strauchartig bleibt (*Acer monspessulanum*), an die Zone der Edeltanne ein anderer Ahorn (*A. opulifolium*), zwei sporadisch vorkommende Ebereschen (*Sorbus domestica* u. *hybrida*) und die Staphylea (*S. pinnata*): beiden Zonen gemeinsam ist die südeuropäische, behaarte Eiche (*Quercus pubescens*). Die übrigen rücken bis zu verschiedenen Punkten an der unteren Donau aufwärts, am weitesten die Cerris-Eiche (*Quercus Cerris*), dann die Silberlinde (*Tilia argentea*), die Syringa (*Syringa vulgaris*), bis zum Banat eine zweite Linde des Orients (*T. rubra*) und ein Nussbaum (*Corylus Coturna*); die saure Kirsche (*Prunus Cerasus*) ist nur in Bosnien und Illyrien einheimisch gefunden worden.

Diesen Bestandtheilen des mitteleuropäischen Laubwaldes steht endlich die Gruppe von Bäumen gegenüber, welche das südliche und östliche Sibirien bewohnen (24 Arten): zuerst tritt am Altai eine eigenthümliche Pappel auf (*P. laurifolia*), jenseits des Baikal folgt die sibirische Aprikose (*Prunus sibirica*); dann schliessen sich die Laubhölzer des Amurgebiets mit ihren Vorposten in Daurien an (bis jetzt 19 Arten): ausser den schon genannten 5 Vertretern der Eschenform und der mongolischen Eiche noch 3 Amygdaleen (*Prunus*), eine Pyree (*Pyrus baccata*), 4 Ahorne (*Acer*), 2 Linden (*Tilia*), eine Esche (*Fraxinus*) und 2 Birken (*Betula davurica* und die japanische *B. ulmifolia*). Zuletzt sind aus der Flora von Kamtschatka bis jetzt drei Bäume als eigenthümlich bekannt geworden: ausser der dortigen Birke (*B. Ermani*) eine Pappel (*Populus suaveolens*) und eine Eberesche (*Sorbus sambucifolia*).

Wenn das periodische Laub der Buche und anderer Laubhölzer an stammlose Sträucher übergeht, so entsteht die Rhamnusform, die durch ein breiteres, übrigens mannigfach gestaltetes Blatt sich von der Physiognomie der Weide unterscheiden lässt. Solche Sträucher bilden gewöhnlich das Unterholz der Laubwälder und treten nur selten als selbständige Formationen auf, wie die Erlen- und Birkengebüsch des nördlichen Deutschlands und Russlands. Die Bestandtheile des Unterholzes sind mannigfaltiger, als die Bäume, die sie beschatten, aber die dichter geschlossenen Bestände des Nadelwaldes lassen weniger Holzgewächse aufkommen, als die lichtereren Laubhölzer, oft schliessen sie überhaupt alles Fremdartige aus, bis auf die Pilze des Herbstes. Die allgemeiner verbreiteten Vertreter der Rhamnusform gehören zu einigen zwanzig Gattungen und vertheilen sich unter etwa zwölf Familien. Doch um uns nicht in topographische Einzelheiten zu verlieren, die wenig zur Physiognomie der Waldlandschaft beitragen, mögen einige Beispiele klimatischer Einwirkungen auf ihre Verbreitung genügen. Dass auch hier, wie in der arktischen Flora, mit abnehmender Wärme die holzigen Zweige sich verkürzen und die Grösse des Blatts sich mindert, lehrt die Strauchbekleidung des kälteren Sumpfbodens, sowie der oberen Gebirgsgehänge, wo die alpinen Formen in der Nähe der Baumgrenze in die Wälder einzutreten pflegen. Die Zwergbirken (*Betula nana*), die auf den alpinen Fjelden Norwegens fast das einzige Brennholz

liefern, finden sich in Gesellschaft einer anderen Strauchbirke (*B. fruticosa*) in den sumpfigen Ebenen wieder, welche den nordrussischen Nadelwald unterbrechen, und in beiden Fällen ist das Gesträuch niedrig und die Blätter sind kleiner, als bei der Weissbirke. Den kleinblättrigen Gagelstrauch (*Myrica Gala*) treffen wir ebenfalls im Torfmoor, in den westlichen Gegenden der baltischen Ebene. Ferner geht in dem wärmeren Klima der Laubwälder die Rhamnusform häufiger in Dornsträucher über, als im Norden und im Binnenlande: bekannte Beispiele davon sind der Weissdorn (*Crataegus*) und andere Rosaceen (*Prunus, Rubus, Rosa*), diesen entsprechen in Ostsibirien die Araliaceen des Amurgebiets (*Aralia, Eleutherococcus*). Artenreichere, unbewaffnete Gattungen bezeichnen ein kontinentales Klima, *Cytisus* in Ungarn, *Spiraea* in Sibirien. Merkwürdiger ist die Zunahme der Beeren tragenden Sträucher in der nordischen Zone der Nadelhölzer, nicht sowohl an Mannigfaltigkeit der Arten, als wegen des geselligen Wachstums der Individuen. Auch diese Sträucher tragen meist kleine Blätter, wie die Heidelbeere (*Vaccinium Myrtillus* u. *uliginosum*), einige gehören zur Myrten- oder Erikenform, zu jener die Preiselbeere (*V. Vitis idaea*), zu dieser die Rauschbeere (*Empetrum nigrum*). Ihre Häufigkeit ist ebenso charakteristisch für die Wälder Skandinaviens, wie sie in Kamtschatka von den Reisenden nicht unbemerkt blieb. Es scheint, dass, je länger der Winter wird, der Erhaltung des Thierlebens auch eine grössere Produktion von solchen vegetabilischen Nahrungsstoffen dient, die unter der Schneedecke frisch und geniessbar bleiben, und was im arktischen Gebiete hierüber bemerkt wurde, gilt in noch höherem Grade von den Wäldern des hohen Nordens. In diese, wie in die Vorberge der Alpen, ziehen die überwinternden Thiere sich gern zurück, wenn sie jenseits der Baumgrenze nicht mehr Nahrung genug finden. Eine klimatische Bedeutung hat endlich auch die Verbreitung der Schlinggewächse, der Lianen, die in unseren Wäldern zwar überhaupt wenig zahlreich, in den nördlichen und kontinentalen Zonen doch noch entschieden abnehmen: so ist der Hopfen (*Humulus*) ein Erzeugniss des Laubwaldes, der Epheu (*Hedera*) auf das Buchenklima, eine nordamerikanische Form (*Schizandra*) auf das Amurgebiet beschränkt, wo auch die nicht holzige *Convolvulus*form in der offenen Landschaft zu bedeutenderer Geltung gelangt. Die klimatische

Stellung der wilden Rebe in den Wäldern an der unteren Donau wurde bereits angeführt.

Zu durchaus selbständigen Formationen ordnet sich die Form des Krummholzes an der Baumgrenze der Gebirge und die der Erikensträucher in den Küstenlandschaften. Die langgestreckte Nadel des eigentlichen Krummholzes (*Pinus montana* oder *Mughus*) entspricht der der nahe verwandten Kiefer, aber in anderen Fällen geht dieselbe durch Verkürzung in die Erikennadel über. Am bedeutendsten ist die Krummholzregion in den Karpaten und Sudeten entwickelt, wo sie eine dichte, 3—4 Fuss hohe Bekleidung des Bodens bildet, die sich weithin zwischen der Waldgrenze und den alpinen Matten an den Gebirgsabhängen entlang zieht. Die Eigenthümlichkeit des Krummholzes besteht darin, dass die bogenförmig aufsteigenden Zweige zu einem zusammenhängenden Strauchdickicht verflochten und die gedrängten Nadeln nach oben zu plattenförmigen Polstern geordnet sind, welche im Winter die schwersten Schneemassen zu tragen vermögen, wodurch aber auch jede andere Vegetation am Boden ausgeschlossen wird. Auf den Alpen, wo das Krummholz zuweilen in die Thäler herabsteigt, nimmt es in westlicher Richtung an Häufigkeit ab, im nördlichen Europa fehlt es ganz und wird nur unvollkommen durch den Zwergwachholder (*Juniperus nana*) vertreten. Auf den Gebirgen Sibiriens tritt an seine Stelle die strauchförmig wachsende Arve (*P. Cembra* var. *pumila*), die hier ebenfalls eine eigene Region an der Baumgrenze bildet.

Die immergrüne Erikenform ist eine eigene Bildung des westlichen Europas. Zwar findet sich die *Calluna*, der Haidestrauch der baltischen Ebene, noch in Russland⁶⁾, aber hier bedarf sie in den meisten Gegenden des Schutzes beschattender Bäume, die den Boden feuchter erhalten. Schon hiedurch ist das Feuchtigkeitsbedürfniss der Erikenform angedeutet. Die offene Haidefläche der baltischen Ebene ist ein Erzeugniss des Buchenklimas: auch in Schottland geht die *Calluna* (— 59°) nur wenig über die Buchengrenze (58°) nach Norden. Im Gebirge gedeiht sie im Bereiche der Wolkenregion, bis zu bedeutender Höhe ist der nackte Abhang des Montblanc bei St. Gervais von *Calluna* bedeckt. Auch den feuchten Bergwäldern ist die Erikenform nicht fremd, eine eigenthümliche Art (*Erica carnea*) bewohnt die Nadelwälder in der Osthälfte des Gebiets der Edeltanne.

Auch ist das entschiedene Seeklima oder dessen Ersatz durch die vermehrten Niederschläge im Gebirge nur ein Bedürfniss der eigentlichen Eriken; andere Ericen ersetzen sie in den Sümpfen (z. B. *Andromeda polifolia*), und von diesen wachsen einige in östlichen Meridianen (*Ledum*, *Andromeda calyculata*). Bei diesen so allgemeinen Beziehungen zu der Feuchtigkeit der Luft oder des Bodens ist es indessen auffallend, dass dieselben Eriken, die *Calluna* und die Glockenhaide (*Erica Tetralix*) im nordwestlichen Deutschland sowohl den dürren Sand, als den wassergetränkten Torf der Hochmoore bekleiden⁹⁸) und ungeachtet des grössten Gegensatzes in der Bewässerung diesen Gegenden eine gleichartige Physiognomie ertheilen. Aber diese scheinbare Unabhängigkeit von der Feuchtigkeit des Bodens findet vielleicht darin ihre Erklärung, dass auch auf dem trockenen Hügellande die Haidesträucher eine gebundene Humusschicht über dem lockeren Sande ablagern, welche die atmosphärischen Niederschläge des Seeklimas einige Zeit zurückzuhalten geeignet ist. Wenn in einem grossen Theile der baltischen Ebene die *Calluna* der einzige Vertreter der Eriken ist und die Glockenhaide erst an der Vegetationslinie des Hülsenstrauchs auftritt und dann in der Richtung zur Nordseeküste immer häufiger wird, so vermehrt sich die Mannigfaltigkeit der Arten in Frankreich, bis sie in den Haiden der Gascogne am grössten wird, wohin sich die meisten portugiesischen Formen längs des atlantischen Meeres verbreiten. In der langen Vegetationsperiode dieses Klimas werden auch die Sträucher selbst grösser. In der Lüneburger Haide ist es schon selten, Sträucher von 2—3 Fuss Höhe anzutreffen, in der Gascogne beträgt die gewöhnliche Höhe des Haidegesträuchs etwa 3 Fuss und zuweilen fast das Doppelte.

Die Weidenform bleibt auch im Waldgebiete grossentheils an dieselben Bedingungen gebunden, welche ihre Verbreitung in den arktischen und alpinen Gegenden bestimmen. Sie ist nur durch gewisse Arten der Weidengattung (*Salix*) vertreten, an welche sich an einigen südlichen Flussufern und an der Küste der Nord- und Ostsee ausserdem eine *Elaeagnae* (*Hippophae rhamnoides*) anreicht. Denken wir uns die Wälder als die ursprünglich allgemeine Bekleidung des Landes, so lassen sich die übrigen Formationen, welche den Zusammenhang derselben bald in einzelnen Linien, bald auf grösseren,

abgesonderten Räumen unterbrechen, fast ohne Ausnahme auf die Circulation des fließenden Wassers oder auf dessen gehemmten Abfluss zurückführen. Denn wo der Boden zu feucht wird, gedeihen die meisten Bäume nicht, und die wenigen, bei denen dies der Fall ist, werden leicht durch andere Pflanzenformen verdrängt. Sieht man auch jetzt noch zuweilen in den Morästen der baltischen Ebene vereinzelte Bestände von Kiefern oder Fichten fortbestehen, so sind es doch nur die Ueberreste aus einer Zeit, die der Sumpfbildung vorausging, oder die oberflächlichen Schichten des Torfs, in welchen diese Bäume wurzeln, werden durch günstiges Gefälle vor übermässiger Feuchtigkeit bewahrt, und selten verjüngt sich der Wald unter solchen Verhältnissen, wo er einmal zu Grunde ging. Die Weidensträucher treten am allgemeinsten an dem Ufer der Flüsse auf, wo der Boden durch deren Grundwasser am stärksten gelockert ist, und wo sie die Aufgabe erfüllen, das Erdreich zu binden und vor dem Einsturz zu bewahren. Wie aber die Weidengattung aus zahlreichen Arten besteht, deren Lebensbedingungen ungleich sind, und von denen einzelne die verschiedensten Gegenden der Erde bewohnen, so fehlt es auch nicht an solchen, die bald statt des fließenden Wassers den Sumpfboden aufsuchen, bald in die Wälder als Unterholz eintreten oder auch im trockensten Dünenande ihr Gedeihen finden. Manche unter diesen gehören nach ihrer Blattform nicht zu der Weidenform im engeren Sinne, und doch scheint allgemeiner, als dem Laube die schmale Gestalt, ihrem Wurzelgeflecht die Fähigkeit zuzukommen, den lockeren Boden zu befestigen, zu welchem Zwecke sie selbst auf dürrer Sande technisch benutzt werden. Die Dünen entstehen dadurch, dass das Wasser seine Ufer durch Strömungen und Wellen untergräbt, nun aber das eingestürzte Erdreich eine Seitenfläche bietet, die dem Winde keinen hinreichenden Widerstand leistet, so dass hiedurch aufgewehte, bewegliche Sandhügel entstehen, deren oberflächliche Humusschicht verloren ging. Diesen zerstörenden Kräften können ausgedehnte Wurzelgeflechte ein Ziel setzen, und so sind in Deutschland und Holland die Dünen an der Nordsee vorzüglich durch Weidengesträuch, an der Bai von Biscaya durch die Seestrandkiefer befestigt worden. Die Uferweiden unterscheiden sich von denen der arktischen und alpinen Flora durch ansehnlichere Grösse, die des Sumpfbodens sind zum Theil ebenso klein,

wie diese. Die ersteren haben meist eine sehr ausgedehnte Verbreitung, z. B. die Korbweide (*S. viminalis*), sodann die wenigen, baumförmigen Arten (z. B. *S. alba* u. *fragilis*): einige Uferweiden stehen jedoch unter eingeschränkteren, klimatischen Bedingungen (z. B. *S. amygdalina* im Buchenklima; *S. acutifolia* in der Eichenzone Russlands, bis Schlesien verbreitet). Im Südwesten des Gebiets bis zur Donau und zum nördlichen Fuss der Karpaten wächst eine fremdartige Strauchform als Begleiter der Uferweiden, die der Tamarisken; die durch ihre noch mehr verkürzten, oft saftreichen Blattnadeln und durch abweichende Lebensbedingungen von den ähnlichen Eriken geschieden ist. Nur durch einen einzigen, ruthenförmig wachsenden, geselligen Strauch (*Myricaria germanica*) ist sie daselbst vertreten, dessen Eigenthümlichkeit darin besteht, dass die Tamariskenform übrigens an den Salzgehalt des Steppen- und Küstenbodens gebunden ist, die deutsche *Myricaria* aber ohne solche Nahrungsbedürfnisse den Uferweiden sich gleich verhält.

Oberhalb der Baumgrenze der Gebirge treten Strauchformen auf, welche den Typus der arktischen Flora wiederholen oder dieser und den alpinen Regionen gemeinsam sind. Da von diesen schon in dem Abschnitt über das arktische Gebiet die Rede war, so bleiben nur noch diejenigen Vegetationsformen zu betrachten übrig, welche keinen Holzkörper entwickeln, die Gräser, die Cyperaceen, die Stauden und die Farnkräuter.

Unter den Gramineen sind die rasenbildenden Gräser die bedeutendste Erscheinung; auf ihrem Wachsthum beruht der Charakter der Wiesenformation, die in keinem der Nachbargebiete auf gleiche Weise ausgebildet ist. Ueber dem zusammenhängenden, dicht gedrängten Wurzelgeflecht formt sich der Grasrasen aus einer Masse von verkürzten Zweigen, deren Knoten zahlreich, deren Glieder unterdrückt sind; die schmalen, kieselreichen und doch biegsamen Blätter vermehren sich, eins an das andere gereiht, unaufhörlich, so weit Raum und Beleuchtung es irgend gestatten; erst zur Zeit der Blüthe entstehen gestreckte Halme, an denen dieselben aus einander rücken. Die Höhe und Dichtigkeit des Rasens ist zwar von den Grasarten abhängig, die ihn zusammensetzen, aber sie wächst auch in geradem Verhältniss zu den im Boden zugeführten Nahrungstoffen. Welche Arten und Gattungen in einem Lande vorwalten,

ist durch klimatische Momente bestimmt: so wird in den Zonen der ostasiatischen Laubwälder die Rasenbildung unserer Wiesengräser durch Formen von höherem Wuchse vertreten, die den Savanengräsern der tropischen Zone gleichen. Wegen der Masse und Leichtigkeit des Samens, der durch den Wind verbreitet wird, haben die meisten Gramineen grosse Verbreitungsbezirke und können, vorausgesetzt, dass sie den geeigneten Boden finden, ihre klimatischen Grenzen leicht erreichen. Was für einheimische Gräser aber auf der einzelnen Wiese wachsen, steht in genauem Verhältniss zu ihrer Bewässerung, indem jede Art gleichsam einen bestimmten Feuchtigkeitszustand des Bodens ausdrückt. Ich habe beobachtet⁹⁹⁾, dass die natürlichen Wiesen von unregelmässiger Neigung und Mischung des Erdreichs leicht zwanzig bis dreissig verschiedene Gräser enthalten, die auf kleinen Flächen zusammen wachsen. Auf kunstmässig veränderten Rieselwiesen im Lüneburgschen, wo das Gefälle des Wassers jeden kleinsten Theil des Bodens gleichmässig befeuchtet, sah ich zuletzt die Grasnarbe in vollendeter Schönheit und mit höchstem Ertrage nur aus einer einzigen Art gebildet (*Anthoxanthum*), welche die übrigen verdrängt hatte. Mit der verlängerten Entwicklungsperiode des Westens und Südens, die wiederholte Heuernten möglich macht, wird der Rasen kürzer und gedrängter: hier herrschen die besten Wiesengräser der gemässigten Zone, das Rispengras, das englische Raygras, das Ruchgras, das Fioringras (*Poa*, *Lolium*, *Anthoxanthum*, *Agrostis*). Wo die Vegetationszeit sich verkürzt, sowohl in dem kontinentalen Sommer des Amurgebiets als im hohen Norden, dessen lange Tage die geminderte Sommerwärme ersetzen, ist zwar der Rasen weit höher als bei uns, aber der Ertrag doch geringer, weil Gattungen vorwalten (namentlich *Calamagrostis*), die viel rascher ihre Halme treiben, damit die Zeit der Samenreife nicht verloren gehe, aber die auch um so weniger Blattbüschel am Boden erzeugen. So sind auch die Gräser in unseren feuchten Wäldern, indem sie weniger Licht empfangen, höher, als auf den offenen Wiesen, wo das Wachsthum der Blätter durch die Sonne und durch die Verdunstung rascher gefördert wird. Wenn der Einfluss, den die künstliche Berieselung auf die Vereinfachung der Wiesenvegetation ausübt, aus dem ungleichen Feuchtigkeitsbedürfniss der einzelnen Arten sich ableiten lässt und eben desshalb die Mannigfaltig-

keit der Gräser mit der verschiedenen Fähigkeit des Thons, des Humus, des Sandes, das Wasser zurückzuhalten, zusammenhängt, so ist die Frage, in wiefern die Kunst der Bewässerung die Fülle des Rasens und den Heuertrag mächtig zu erhöhen vermag, nicht bloss von einer weit grösseren praktischen Bedeutung, sondern bezieht sich zugleich auch auf die eigenthümliche Stellung der Gräser in der organischen Natur, welche die höchsten Aufgaben der Pflanzenkultur in sich schliesst. Unter den Nahrungsstoffen, deren die Gräser zu ihrer Vegetation bedürfen, und die sie dem Boden entziehen müssen, steht die Kieselerde obenan, welche vorzugsweise in den Blattscheiden abgelagert wird, die erst dadurch geschickt werden, dem schwanken Halm, den sie schienen, die erforderliche Haltbarkeit zu geben, damit er aufwärts dem Lichte entgegenwachse und die schwere Fruchtlähre oder Rispe tragen könne. Die Kieselerde ist unter den mineralischen Nahrungsstoffen der Pflanze die im Wasser am schwersten lösliche Verbindung, sie bedarf, um in hinreichender Menge in die Grasblätter zu gelangen, einer steten Erneuerung des Lösungsmittels, einer beschleunigten Strömung durch das Gewebe, und in demselben Masse, als die Zufuhr wächst, vermehrt sich auch die Intensität des Wachstums, welches in Ermangelung derselben zurückbleibt. Wenn also auf der offenen Wiese durch Wärme die Verdunstung gesteigert ist, wenn durch die verlängerte Beleuchtung die organischen Stoffe sich mehren, wenn zugleich das durch die Gewebe strömende Wasser für die mineralische Ernährung unerschöpflich zu wirken vermag, dann erreicht das Wachsthum des Grasrasens die höchste Lebensfülle. Aber nur das fliessende Wasser leistet es, aus seinen unterirdischen Quellen neue, gelöste Mineralkörper den Pflanzen unaufhörlich zuzuführen, da, was an der Oberfläche dem niederfallenden Regen zu Gebote steht, bald ausgelaugt ist und früher erschöpft wird, ehe die chemischen Prozesse der Verwitterung und Humuserneuerung unlösliche Verbindungen wieder aufgeschlossen haben. In dem natürlichen Haushalte des organischen Lebens nehmen die Wiesengräser die Stellung ein, die aus den unterirdischen Nahrungsspeichern des Gesteins durch das Quellwasser gelösten und an die Oberfläche geführten Mineralkörper in ihrem Gewebe zu verwerthen und je nach der Verschiedenheit des Bedürfnisses diese Arbeit mit den Stauden zu theilen, die sie begleiten; sie dienen sodann

als Weidegründe den Thieren zur Erhaltung, sie versorgen zuletzt sogar die Staubkörnchen, welche aus ihren verwesenden Organen übrig bleiben, mit Stoffen, die von hieraus sich weiter auf der Oberfläche der Erde verbreiten können. So ist auch die Vertheilung der Wiesen an das fließende Wasser gebunden; sie erfüllen die Thäler der Flüsse, die, zum Theil von Quellwasser gespeist, zur Zeit ihres Austretens gerade so weit, wie ihr Ueberschwemmungsgebiet reicht, den Wald zurückdrängen und den Rasengrund befruchten. Die feine Schlammschicht von Thon, welche die zurücktretenden Gewässer zurücklassen, ist ein reiner Gewinn für das künftige Wachstum des Rasens. Das kleinste Rinnsal eines Baches ist es, welches mitten im Baumdickicht eine Waldwiese in's Dasein ruft. Ueberall sehen wir, wie schon in den ursprünglichen Verhältnissen die Wiesengräser die Schätze der Tiefe mit der organischen Natur an der Oberfläche vermitteln. Aber wie viel grösser ist die Bedeutung dieser Wechselwirkungen durch die menschliche Thätigkeit, durch die Arbeit des Ansiedlers erst geworden, die seinen Nahrungspflanzen den Boden des Waldes überantwortete, dann ihn, durch seine Bedürfnisse getrieben, erschöpfte und in diesem Kampfe mit begrenzten Hülfquellen erlahmen müsste, wenn nicht das Quellwasser dieselben erneute, die Wiese dem Viehstande, dieser dem Acker diene, wenn nicht die fortschreitende Einsicht durch gesteigerte Kultur der aus unterirdischen Vorräthen ernährten Pflanzen das Gleichgewicht sicherte und den Ertrag des Bodens stetig zu erhöhen bestrebt wäre.

Was das fließende Wasser für die Gräser bedeutet, das gewährt das ruhende oder langsamer bewegte den Cyperaceen, den Erzeugnissen des Sumpfbodens. Nicht als ob diese Familie in ihrem Kieselbedürfniss zurückstände, vielmehr zeigen die von Mineralstoffen starrenden Blätter mancher Arten, wie sie selbst die Gramineen hierin übertreffen, aber in der Fähigkeit, die grünen Organe nach Massgabe der Zufuhr zu vervielfältigen, stehen sie weit zurück. Sie bilden eine Reihe von Formen, die auf dem trockensten Boden anhebt und mit schwimmenden Wassergewächsen endet. Die grosse Mehrzahl der Cyperaceen nähert sich den letzteren, ihr Wasserbedürfniss ist grösser, als bei den Gräsern. Zugleich ist es auch die Beschaffenheit der Feuchtigkeit, welche sie aufnehmen, wodurch

beide Gruppen geschieden sind. Die Cyperaceen werden saure Gräser genannt, weil sie da gedeihen, wo bei den Umbildungen des Humus sich freie Humussäuren ausscheiden. Wenn eine Wiese durch gehemmten Abfluss des Wassers versumpft, scheinen diese Bedingungen leicht einzutreten, dann werden die nahrhafteren Gräser von Cyperaceen verdrängt. In den Morästen erzeugen die Seggen oder Riedgräser (*Carex*) zwar häufig eine zusammenhängende Rasendecke, aus welcher die gedrängten, weissen Köpfe des Wollgrases, ebenfalls einer Cyperacee (*Eriophorum*) sich zu erheben pflegen, aber aus den starren Blättern lässt sich kein Heu bereiten, das zur Nahrung der Thiere geeignet wäre. Die Vegetation des Sumpfbodens ist von klimatischen Einflüssen weit unabhängiger, als die der Wiesengräser, und dasselbe gilt in noch höherem Grade von den Wasserpflanzen selbst. Dieselbe Eriophoren-Formation, welche auf den alpinen Fjelden Norwegens die sumpfigen Niederungen dieses Tafellandes bekleidet, kehrt mit geringfügigem Wechsel der Bestandtheile auf ähnlichem Boden in den Tiefebene wieder. Hier verlieren sich die Gegensätze der gemässigten und arktischen Zone bis zu den höchsten Breiten. Das unbegrenzte Wohngebiet mancher Wasser- und Sumpfpflanzen, welches zuweilen den ganzen Erdkreis umspannt, ist nicht bloss eine Folge der von Darwin nachgewiesenen Verbreitung ihrer Samen durch Zugvögel, die im flüssigen Element ihrer Nahrung nachgehen, sondern diese Erscheinung entspricht zugleich der gleichmässigeren Temperatur des Wassers, welches sie aufsaugen. In den nördlichen Breiten der gemässigten Zone verschwindet das Eis des Winters später in den Sümpfen, als in den Flüssen, und auch dadurch werden die Bedingungen der Vegetation denen der arktischen und alpinen Flora ähnlicher.

Durch die Rohr- und Schilfgräser, die aus dem seichten Wasserspiegel hoch emporragen, und an deren gedrängten Halmen die Blätter aus einander rücken oder auch ganz fehlen, sind die Cyperaceen und Gramineen zu einer in ihrer Lebensweise übereinstimmenden Pflanzenform verbunden. An dem unteren Stromlauf der grossen Flüsse und auf ihren Deltainseln haben die Rohrdickichte die weiteste Ausdehnung (namentlich von *Arundo Phragmites*), am grossartigsten an der unteren Donau, wo, so weit das Auge reicht, viele Quadratmeilen von ihnen bedeckt sind. In dieser unzugänglichen, jedoch

von Wasservögeln belebten Einöde des Deltas verbergen sich die schmalen Arme des mächtigen Stroms, als hindere die Vegetation das fließende Gewässer, den nahen Pontus zu erreichen. Die verlangsamte Bewegung des Wassers und die dauernde Anhäufung der Alluvionen bereiten den grossen Binsen (*Scirpus*) und den Rohrgräsern (*Arundo*) den passenden Boden, den ihr Wurzelgeflecht befestigt.

Die Staudenform ist je nach der Lage und Beschaffenheit der Oertlichkeit, sowie nach den Gewächsen, die sie begleitet, mannigfaltig ausgebildet, aber in den meisten Fällen gehört sie nur zu den untergeordneten Bestandtheilen der Formationen. Reichlich schmückt sie den lichten Schatten des Laubwalds und die offenen Raine seiner Umgebungen; in den Rasen der Wiese eingebettet, prangt sie in einer nach den Monaten wechselnden Reihenfolge verschieden gefärbter Blüten und, aus der Grasnarbe mit ihren Blumen hervorragend, benutzt sie diejenigen Nahrungsstoffe, deren die Gräser nicht bedürfen, so dass ein gewisses Gleichgewicht zwischen beiden Erzeugnissen nicht zu verkennen ist. Schon früher wurde auf die zunehmende Grösse der Stauden in den kontinentalen Klimaten hingewiesen, in dem tiefen Humusboden der Laubwälder in der Ukraine erreicht sie neun Fuss¹⁰⁰), und gleich bedeutend ist sie in den Parkformationen des Amurgebiets und namentlich in den Grasfluren Kamtschatkas, dessen gigantische Doldenpflanzen (s. u.) Kittlitz dargestellt hat¹). Ebenso scheint es auch die Verkürzung der Vegetationsperiode in den oberen Waldregionen des Hochgebirgs zu sein, wodurch die Massen von hohen Aconiten und anderen Stauden, die man als subalpine bezeichnet hat und die in der Nähe der Baumgrenze die Rhododendren der Alpen begleiten, mit dem kontinentalen Klima der östlichen Meridiane in eine gewisse Beziehung gesetzt werden. Ein bestimmtes Mass der Verkürzung der Wachstumsperiode begünstigt die Längsstreckung des Stengels: kaum ist es jedoch überschritten und zugleich die Temperatur unter einen bestimmten Grenzwert gesunken, so treten entgegengesetzte Wirkungen in dem niedrigen Wuchs, in den gedrängten Laubrossetten der alpinen Stauden hervor, die an der Baumgrenze fast unmittelbar auf die hohen, subalpinen Gewächse folgen. Die erste Bedingung zur Erhaltung einer Art ist die Blüten- und Fruchtbildung: wo diese noch hinreichend gesichert

ist, sucht die Pflanze den Umfang der den Blättern übertragenen Arbeit möglichst zu erweitern.

Die Farnkräuter verdienen, da sie in der Physiognomie der Landschaft durchaus zurücktreten, nur deshalb erwähnt zu werden, weil das Seeklima die Mannigfaltigkeit ihrer Arten erhöhen soll. Ich finde indessen für diese Meinung bei der Vergleichung der französischen und russischen Farnflora kaum eine Bestätigung¹⁰¹); höchstens zeigt sich darin ein Unterschied, dass einige südeuropäische Arten sich längs des atlantischen Meeres bis zu den britischen Inseln verbreiten. Dass aber gleichmässige Wärme und Feuchtigkeit die Farnvegetation begünstige, obgleich die Bedingungen dieses Verhältnisses in ihrer Organisation sich bis jetzt nicht erkennen lassen, geht aus der zunehmenden Häufigkeit ihrer Individuen in den schattigen Laubwäldern des Buchenklimas deutlich hervor.

Vegetationsformationen. Je weiter man vom atlantischen Meere in östlicher Richtung oder von Mitteleuropa zu höheren Breiten fortschreitet, desto zusammenhängender wird die Waldbekleidung des Landes. Während man in Frankreich die bewaldete Fläche auf neun Procent, in den Niederlanden sogar nur auf sechs Procent des Gesamtareals geschätzt hat, soll sie in den russischen Gouvernements Archangel, Wologda und Olonez auf über funzig, in Skandinavien auf vier und sechzig Procent anwachsen¹⁰²). Sind diese Ungleichheiten auch grösstentheils nur eine natürliche Folge der Ausbreitung des Ackerbaus, so bleibt es doch fraglich, in wie weit ursprüngliche Lichtungen des Waldes anzunehmen sind, die durch die Beschaffenheit des Bodens bedingt waren. Gegenwärtig lassen sich vier grössere Abschnitte des Gebiets unterscheiden, wo auch auf unbeackertem Erdreich die Wälder zurücktreten, die Haideflächen des westlichen Europas, die Pussten Ungarns, die grossentheils mit Gesträuch bewachsenen Sümpfe Russlands und die Grasfluren des Amurlandes und Kamtschatkas. Von den Haiden der baltischen Ebene ist nicht anzunehmen, dass sie zu allen Zeiten so wenig Wald besaßen, wie jetzt. Die in den Torfmooren Hannovers eingeschlossenen Nadelholzstämme weisen auf frühere Bewaldung derselben hin. Auch unter den mit Cyperaceen bewachsenen Sümpfen am Steinhuder See findet sich über dem festeren Untergrunde eine starke Lage von versunkenen Bäumen, welche beweist, dass dieser nun unter der

schwankenden Rasendecke überfluthete Boden ehemals bewaldet war. So mehren sich die Beobachtungen, dass der durch Alluvionen-gehemmte Abfluss des Wassers zuerst Waldmoore bildete und dann, als die Bäume zu Grunde gingen, offene Moräste an ihre Stelle traten. Auf den trockenen Haiden der baltischen Ebene scheinen ebenfalls die Bestände verringert zu sein, indem der Baumschutz den herrschenden Nordwestwinden gegenüber zu fehlen begann, nachdem der Wald durch Verbrauch des Holzes gelichtet war: es ist daher in neuerer Zeit der zweckmässig geleiteten Forstkultur gelungen, in manchen Gegenden die Kieferbestände wiederum über die verödete Fläche auszubreiten und dadurch neue Quellen des Wohlstandes zu begründen. Anders verhält es sich mit den Puszten Ungarns, die zwar auch der Vegetation von Bäumen klimatisch nicht unzugänglich sind, aber, wie ihre wagerechte Oberfläche andeutet¹⁰³, aus einem Landsee hervorgingen, von dem die Theissniederung zurückblieb und neben dieser ein Steppenboden, der eine Vegetation von fremdartigem Charakter aufnahm. In Russland und Sibirien endlich, wo die Bahnen des fliessenden Wassers viel weniger als im Westen Europas durch die Kultur geregelt sind, dürfen wir die unbewaldeten Gegenden als durch den Mangel gleichmässigen Abflusses ursprünglich veranlasst auffassen: die Formationen des feuchteren Bodens finden wir hier entweder auf den Wasserscheiden oder im Ueberschwemmungsgebiete der Flüsse.

Wenn wir die Wälder selbst mit denen anderer Floren vergleichen, so ist die Reinheit ihrer Bestände die am meisten hervorstechende Eigenthümlichkeit; eine Mischung verschiedener Baumarten kommt bei Weitem seltener vor, als der einförmige und doch durch individuelle Gestaltung so malerische Baumschlag des Buchen-, des Eichen-, des Nadelwaldes. Nur wenn man auch hier in frühere Zeiten der Erdgeschichte zurückgeht, lässt sich in vielen Fällen ein säkularer Wechsel des Bestandes erkennen. Wie in Sibirien die Birke sich nach und nach mehr ausbreiten soll¹⁰⁴, so ist durch archivalische Zeugnisse nachgewiesen, dass in Norddeutschland die Nadelhölzer den Laubwald allmählig zurückgedrängt haben¹⁰⁵ und die Erfahrung lehrt, dass sie in diesem Kampfe noch jetzt siegreich sind: am westlichen Harze z. B. ist der Buche allgemein die Fichte gefolgt, an einigen Orten haben sich beim Abtriebe der letzteren die Ueberreste von Eichen in einem

Niveau von 2000 Fuss gezeigt, d. h. in einer Höhe, in welcher dieser Baum gegenwärtig längst nicht mehr fortkommt. Wird es hiedurch wahrscheinlich, dass säkulare Aenderungen des Klimas dem Wechsel der Waldbestände zu Grunde liegen, so lässt sich derselbe in anderen Fällen von den mineralischen Nährstoffen im Boden ableiten, von denen der eine Baum diese, der andere jene Bestandtheile aufsaugt, und, nachdem die ersten erschöpft sind, die übrig bleibenden einer neuen Vegetation Spielraum genug lassen, die absterbende zu verdrängen. Was in den Erfahrungen des Landwirths bei dem Fruchtwechsel einjähriger Kulturpflanzen binnen kurzer Zeit in die Erscheinung tritt, vollendet sich bei dem Wachstum der Bäume im Laufe von Jahrhunderten mit gleicher Gesetzmässigkeit. Endlich kann aber auch der Wechsel der Forstbestände nur eine Folge ökonomischer Rücksichten sein, nachdem sie sich nicht mehr selbst überlassen blieben, sondern künstlich gepflegt wurden. So ist die ganze Erscheinung ein verwickeltes Problem, das in jedem Falle sorgsam geprüft werden muss, ehe man eine Aenderung klimatischer Bedingungen anzunehmen berechtigt ist. Eine solche Untersuchung verdanken wir Vaupell¹⁰⁶⁾, der sich in Bezug auf die Wälder der dänischen Inseln zu Gunsten veränderter Bodeneinflüsse entschied. Gerade hier hatte Steenstrup bei seiner Untersuchung der seeländischen Waldmoore den säkularen Wechsel der Bäume zuerst in grösserem Umfange nachgewiesen, Vaupell setzte dessen Beobachtungen fort und fand, dass den heutigen Buchenwäldern die Birke als herrschender Baum daselbst vorausgegangen ist, der aber zugleich die Eiche und die gegenwärtig auf Seeland ganz verschwundene Kiefer beigemischt waren. Wollte man diesen Wechsel von klimatischen Bedingungen ableiten, so würde auf eine gewisse Milderung des Klimas aus der Eiche, in noch höherem Grade aus der Birke zu schliessen sein, in sofern die heutige Polargrenze dieser Bäume als Massstab des dänischen Klimas in alten Zeiten gelten dürfte. Allein Vaupell verwirft diese Meinung, die durch die entgegengesetzten Erfahrungen in Norddeutschland freilich durchaus nicht unterstützt wird. Es lässt sich indessen doch nicht verkennen, dass dieselben Aenderungen der Vegetation aus verschiedenen Ursachen entspringen können, und dass die durch die Abnahme der Wälder herbeigeführte Milderung des Klimas auch auf die Bestandtheile ihrer Ueberreste einen rück-

wirkenden Einfluss ausübt. Liebig¹⁰⁷⁾ theilt den historischen Gang der europäischen Bewaldung in drei grosse Perioden, die der mit der Kultur zunehmenden Lichtung der Wälder entsprechen: zuerst erzeugten die gedrängten, finsternen Bestände ein nordisches Klima, wo der Jäger seiner Beute nachging, wie jetzt in Sibirien und Kanada; dann musste das Baumleben, welches dem Boden Sonne und Licht abspernte, einer richtig geleiteten Einschränkung durch den Ackerbau weichen, und es entwickelten sich die Kulturländer des centralen Europas, bis endlich die übermässige Verwüstung der Wälder solche Zustände hervorzurufen anfängt, wie wir sie in Frankreich vor Augen haben, wo die weithin baumlose Ebene ohne die Nachbarschaft des Meers durch übermässige Dürre leicht veröden könnte.

Die Höhe und Ueppigkeit des Baumwuchses ist ein Ausdruck der verschiedensten, physischen Bedingungen. Die Kürze des Sommers und die verhältnissmässige Trockenheit Sibiriens, nicht minder aber auch die flache Lage des unterirdischen Eises beschränken hier die Grösse und den Umfang der Stämme und geben dem Walde, je mehr man nach Norden geht, den Charakter jugendlicher Bestände¹⁰⁸⁾, die an Schönheit mit denen des Seeklimas nicht zu vergleichen sind. Aber auch im Westen, wo der Baumwuchs vom Klima am meisten begünstigt wird, ist die Pracht der Wälder sehr ungleich vertheilt und hängt von der Beschaffenheit des Bodens, vor Allem aber von seiner Fähigkeit ab, die Feuchtigkeit zurückzuhalten. Diese ist es, von welcher Ratzeburg¹⁰⁹⁾, einer der ersten Kenner der deutschen Wälder, die Ueppigkeit der Bestände auf dem Basalt der Weserlandschaften, wie auf den Trachyten des Rheins ableitet. Wenn durch die Tiefe der Erdkrume und ihre Mischung die Vertheilung der Baumarten bestimmt wird, so ist die Kraft der Individuen, regelmässig und bis zu hohen Altersstufen sich zu entwickeln, die von Jahr zu Jahr die Bedeutung ihrer Gestalt erhöhen, an die gleichmässige Strömung ihrer Säfte geknüpft. In Deutschland finden sich die schönsten Buchenbestände an der Ostsee und auf dem kalkhaltigen Boden der Hügelketten des Wesergebiets. Viel seltener sind die alten, wohlerhaltenen Eichenwälder geworden, von denen ich die prächtigsten am Ufer der Elbe in Anhalt sah, und denen die des schlesischen Alluviums an der Oder gleichen sollen: solche Bäume, wie dort, werden in der grossen Eichenzone, die sich von Nordalbanien

über Serbien bis zu den russischen Laubwäldern erstreckt, wohl selten angetroffen. Die Fichten der Sudeten, des Harzes und der Alpen, die Edeltannen des Schwarzwaldes enthalten in ihrer Art die edelsten Baumgestalten, die Europa aufzuweisen hat. Auch die übrigen Bestandtheile der Waldformationen, die Sträucher, die das Unterholz bilden, die Schlinggewächse, die Gräser, die Stauden, die den Boden bekleiden, die Pilze, die meistens in den Herbstregen ihr flüchtiges Dasein beginnen und beschliessen, sind sowohl durch das Klima als durch den Boden an eine bestimmte Vertheilung gebunden, und, indem sie zugleich von der Beleuchtung abhängen, welche ihnen bald im tiefen Schatten entzogen ist, bald in den verschiedensten Abstufungen zu Theil wird, kann sich hier eine Mannigfaltigkeit der Bildungen entwickeln, die den Baumarten selbst abgeht. Doch nur die lichtereren Laubhölzer sind reich an diesen Schattengewächsen. Die geschlossenen Nadelwälder lassen sie nicht aufkommen. Von der Beleuchtung ist es abhängig, ob sie überhaupt Unterholz besitzen. In den hochnordischen Fichtenbeständen an der Petschora¹¹⁰⁾ findet sich dasselbe durch Birken, Weiden und die grüne Erle (*Alnus fruticosa*), durch Vaccinien und andere Beeren tragende Sträucher vertreten; die dichteren Kieferwälder zeigen am Boden nur einen weissen Lichenenteppich oder eine Decke von Laubmoosen. Es ist, als ob die kryptogamischen Formationen der arktischen Tundra sich diesseits der Baumgrenze in den kühleren Schatten des Waldes zurückzögen.

Auf den offenen Flächen der baltischen Ebene und Russlands nehmen die Gesträuchformationen der Haiden und Sümpfe einen verhältnissmässig weiten Raum ein und müssen zum grossen Theil als ursprüngliche oder doch frühzeitig entstandene Bildungen aufgefasst werden. Die Haiden der baltischen Ebene sind fast nur von *Calluna* bewachsen, die wenige und meistens nur vereinzelt Gewächse neben sich aufkommen lässt. An den russischen Grenzen verliert sich allmählig die offene *Calluna*-Haide, sporadisch erscheint sie noch am Onega-See und häufiger in Litthauen. Wir haben schon gesehen, dass dieselben Eriken oder die die *Calluna* vertretende Glockenhaide (*Erica Tetralix*) sowohl den trockenen Boden, als die Hochmoore des Westens bekleiden. Die Hochmoore⁹⁹⁾ sind eben dadurch von den Wiesen- und Waldmooren unterschieden, dass ihre nach und nach

sich wölbende Torfmasse fast nur aus der Humusbildung von Eriken hervorgeht, indem neue Generationen auf den durch die Verwesung unter Wasser aufgespeicherten und nun durch den Wechsel der Jahreszeiten unverweslich gewordenen, organischen Stoffen ebenso gut, wie auf einer unorganischen Erdkrume fortwachsen fähig sind. Da der Torf oft bis zu beträchtlicher Tiefe die Senkungen des Bodens ausfüllt und ausser dem, was seine Asche liefern könnte oder der Wind mit seinem Staube herbeiführt, von mineralischen Bestandtheilen frei bleibt, so erkennt man, wie gering die Ansprüche der Eriken an die gelösten Nährstoffe sind, welche sie mit der Feuchtigkeit aufsaugen. Ebenso arm ist in der baltischen Ebene der sandige Boden der Diluvialformation, und hierin liegt ohne Zweifel das Uebereinstimmende in den Vegetationsbedingungen der Haiden und Moore, so dass die Eriken jedes andere Gewächs überwuchern und verdrängen, dass sie sich der Oberfläche fast vollständig bemächtigen. Indessen sind die Eriken des Hochmoors doch schon minder gesellig, als die *Calluna* des trockenen Bodens. Die Zwischenräume zwischen ihren gewölbten Zwerggesträuchrasen (den sogenannten Bulten) werden mit zunehmender Nässe des Bodens mehr und mehr durch Cyperaceen, durch Seggen und Eriophoren ausgefüllt, und so kann das Hochmoor in das Wiesenmoor übergehen, dessen zusammenhängende Vegetationsdecke, wo sie rein ausgebildet ist, aus dieser letzteren Pflanzenform und einigen Sumpfgräsern und Stauden besteht. Die Wiesenmoore oder Brüche, deren Torf aus diesen Rasen bildenden Pflanzen hervorgeht, trocknen in der Sommerdürre nicht so leicht aus, wie die Hochmoore; die organische Substanz, welche die Verwesung ihrer Organe zurücklässt, ist minder dicht und als Brennstoff weniger werthvoll; unter der Rasendecke, die beim Betreten schwankt und zittert, sammelt sich das Wasser wie in Cisternen: so wird die Formation zuweilen zu einer schwimmenden Insel, die, vom Ufer losgerissen, auf den Fluthen eines Landsees umhertreibt. Die Verschiedenheit der Cyperaceen- und Erikenvegetation besteht darin, dass die erstere ihren Rasen leichter seitwärts erweitert, ohne selbst das offene Wasser zu scheuen, die letztere hingegen eines festeren Grundes bedarf, den sie sich freilich selbst durch die Verwesung der Wurzeln erst erzeugt und aufbaut. Ist das Wiesenmoor sodann erst mit einer zusammenhängenden Vegetationsdecke ausgestattet, so

bietet die aus dem Rasen entstandene Torfmasse nun auch Sträuchern einen geeigneten Boden, nicht den Eriken, sondern höheren Laubsträuchern. Dies führt uns zu dem bedeutenden, geographischen Gegensatze der Hochmoore und der Erlen- und Birkenbrüche, von denen die ersteren dem westlichen Theil der baltischen Ebene, die letzteren dem europäischen Russland vorzugsweise angehören. Diese Brüche des Ostens dehnen sich über einen viel grösseren Raum aus, als die Erikamoore, und sind ebenfalls überall verhältnissmässig gleichartig gebildet. Zuweilen sind die Sträucher so hoch und gedrängt, dass, wenn sie sich nicht vom Boden aus verzweigten, man sie für Mittelwald halten könnte, und so erscheinen sie, aus der Ferne betrachtet, namentlich dann, wenn die nordischen Erlen (*Alnus incana*) vorherrschen. Weit häufiger sind die Birkengesträuche (*Betula fruticosa* u. *nana*), etwa von Mannshöhe, durch Zwischenräume von Cyperaceenrasen getrennt, von kleineren Weiden (*Salix rosmarinifolia*) und Ericaceen (*Ledum*, *Vaccinium*) begleitet. Im Norden hat auch diese Formation ihre Beeren und unter denselben die wohlschmeckendste Frucht der ganzen Flora, die Moltebeere (*Rubus chamaemorus*), das Erzeugniss einer kleinen, aber geselligen, etwa handhohen Staude, die in solchen Brüchen und in versumpfenden Wäldern gedeiht. Die Frucht gleicht der Himbeere, die sie an Grösse übertrifft, und steht nur einzeln an der Spitze des einfachen Stengels. In Skandinavien und im nördlichen Russland allgemein verbreitet, erreicht sie Deutschland nur in den nördlichsten Brüchen und Wäldern Preussens und Pommerns, sie hat sich dann noch einmal an einzelnen, hochgelegenen Standorten der Sudeten angesiedelt. Die Grenze der Erlenbrüche und der Hochmoore selbst ist durch den Stromlauf der Elbe in der Mark bezeichnet. Von Mecklenburg bis zur Lausitz sind die Erlen- und Birkenbrüche bereits ebenso ausgebildet, wie in Russland. Am weitläufigsten entwickeln sie sich in den Sümpfen Litthauens, weil hier die Quellengebiete der nördlichen und südlichen Ströme am wenigsten durch Bodenschwellungen gesondert sind: hier werden sie oft nur von Weidengesträuch gebildet und auch auf trockenerem Boden verwandelt sich der Eichenwald häufig zu niedrigem Gestrüpp¹¹¹). Diesseits der Elbe giebt es noch einen grösseren Erlenbruch, den Drömling an den Grenzen von Hannover, Braunschweig und der Altmark. Es ist nicht anzunehmen,

dass dieser Wechsel der Brüche und Hochmoore nur eine Folge verschiedener Bewässerung sei, vielmehr ist durch die Vertheilung dieser beiden Formationen nur der Gegensatz zwischen den klimatischen Bedingungen der Eriken und anderer Sträucher von höherem Wuchse ausgedrückt, welche eines kontinentalen Sommers bedürfen. Die Vegetation empfängt ihren Charakter nicht durch die Art und Weise, wie der Wasserabfluss gehemmt ist, sondern sie bewirkt eben, dass die Stauungen desselben nach verschiedenen Normen erfolgen, je nachdem sich der Humus aus Eriken oder aus Cyperaceenrasen und Strauchwurzeln bildet.

Die Pussten Ungarns schliessen sich durch ihre Vegetation so nahe den Steppen des südlichen Russlands an, dass man die Frage aufwerfen muss, ob es nicht willkürlich sei, sie von ihnen zu trennen. Die Steppe selbst hat, wo der Boden die Pflanzen einladet, ihre von Wald umschlossenen westlichen Vorposten auch ausserhalb der Karpaten: eine solche Bildung wird in der Gegend von Chotin am Dnjestr angeführt, wo Galizien, Bessarabien und die Moldau sich berühren, ähnliche werden wahrscheinlich in den Donaufürstenthümern zu finden sein. So sind auch die Pussten in der Abwesenheit der Holzgewächse, in dem Vorherrschen der Gramineen, in der Mannigfaltigkeit eingemischter Stauden und der ungeschlossenen Rasendecke, wodurch sich die Grassteppe so bestimmt von der Formation der Wiesen unterscheidet, mit jenen Landschaften russischer Hirtenvölker durchaus übereinstimmend. Schon vor den Thoren von Pesth, wo ostwärts die Pussten bald beginnen, erblickt man eine bunte Vegetation von einzeln stehenden, theils Rasen bildenden, theils einjährigen Gewächsen, zwischen denen überall das sandige Erdreich nackt hervortritt. Erreicht man weiterhin den natriumhaltigen Boden in der Theissniederung oder in Siebenbürgen, so wechselt mit der Gramineen-Pussta die Formation der Halophyten und erinnert an die russische Salzsteppe. Es wurde indessen schon nachgewiesen, welche klimatische Gründe der Unterordnung der Pussten unter den Begriff der Steppen entgegenstehen, und wie ihnen eine höhere wirtschaftliche Zukunft zugesprochen werden muss. Aber auch die Vegetation selbst, so ähnlich ihre Physiognomie erscheinen mag, zeigt manche Abweichungen, die auf eine Einwanderung der Pflanzen von auswärts, nicht auf eine ursprüngliche Gemeinsamkeit hinweisen.

Kerner unterscheidet in den ungarischen Pussten auf dem trockenen, salzfreien Boden drei Formationen von Gramineen ¹¹²⁾, die des Andropogon, der Thyrsa (*Stipa*) und der einjährigen Gräser (*Bromus*). Von diesen sind nur die Thyrsarasen den Pussten und der russischen Grassteppe gemeinsam: in der Formation des Andropogon (*A. Gryllus*), die ebenso wie jene von blüthenreichen Stauden auf das mannigfachste durchwirkt ist, herrscht eine Graminee, die, durch die wärmeren Alpenthäler bis zu den Vorbergen der Karpaten verbreitet, auf einen Ursprung aus Südeuropa hindeutet, und was die geselligen, einjährigen Gräser betrifft, so sind auch diese nicht von den Steppen abzuleiten, sondern grösstentheils dieselben Arten, welche zu einer ähnlichen Formation im Mittelmeergebiete sich vereinigen. Auch die Halophyten bieten mit der russischen Salzsteppe wenig Vergleichungspunkte, theils weil sie gewöhnlich nur auf eng begrenzten Räumlichkeiten auftreten ¹¹²⁾, theils weil sie viel einförmiger sind, als dort. Die physiognomische Aehnlichkeit der Pussten und Steppen wird durch die Verschiedenheit im Einzelnen beinahe aufgewogen, aber der Verlauf der Entwicklungszeiten der Vegetation ist der nämliche, eine rasch vorübergehende Frühlingsblüthe im Mai und Juni und ein dürrer Sommer, den die Halophyten überdauern, um im Herbste ihre Knospen zu entfalten.

Die Formation der Wiesen, deren zusammenhängende Rasendecke mit den die Gräser begleitenden Stauden in einem angemessenen Verhältniss steht, ist dem Raume nach, den sie einnehmen, den Wäldern durchaus untergeordnet. In dem Amurgebiete aber und in Kamtschatka treten an ihre Stelle ausgedehnte und nicht minder eigenthümliche Grasfluren, die Gebüsch und Bäume in sich aufnehmen und dadurch der Landschaft die Physiognomie eines natürlichen Parks verleihen. Kittlitz ¹¹³⁾ hat diese Formation, welche das östliche Asien mit der klimatisch übrigens so fernstehenden kalifornischen Flora zu verknüpfen scheint, als Waldwiesen oder Grasfluren aufgefasst und vom Ufer des Awatscha in Kamtschatka bildlich dargestellt. Radde ¹¹⁴⁾ entwirft davon auf seiner Reise am Amur die genaueste Schilderung, aber nicht glücklich ist der von ihm und auch von Anderen gewählte Ausdruck, dieses Parkland als Prairie zu bezeichnen, indem es zwar die hochwüchsigen Stauden mit den nordamerikanischen Prairien gemein hat, aber sich von ihnen durch den

Wechsel der Gräser mit Baumgruppen wesentlich unterscheidet. Der energische, von Schlingpflanzen der Convolvulusform durchwebte Graswuchs, die Höhe der Stauden, die eingemischten Laubsträucher, die Eichengehölze, welche die Bodenschwellungen zu krönen pflegen, alles dies vereinigt sich am Amur zu einem Landschaftsbilde, welches nach seinen Bestandtheilen als eine Mischung des Laubwaldes mit üppigen Wiesen gelten kann, physiognomisch aber vielmehr mit den tropischen Savanen, nicht aber mit den baumlosen Prairiesen zu vergleichen ist. Die physischen Lebensbedingungen sind freilich ganz andere, wie in wirklichen Savanen. Die Kürze des Sommers fordert hier den raschesten Entwicklungsgang, dessen Energie durch das Grundwasser des Stroms und zeitweise durch dessen Austreten belebt wird. Die tropische Savane wird nicht durch fließendes Wasser, sondern durch tropische Regen zu ihrem Wachsthum angeregt, sie geht durch Trockenheit, die nordische Grasflur durch herbstlichen Frost in den Winterschlaf über. Die Physiognomie der Parklandschaft am Amur ist den Grasfluren Kamtschatkas ganz ähnlich. Kittlitz bemerkt, dass der Rasenteppich auch hier eine erstaunliche Höhe erreiche, dass denselben Anfangs die Sträucher, die hier und da emporgewachsen, beschatten, diese in der Folge aber kaum noch über die rasch entwickelten Halme hervorrage, und dass auch die mannshohen Stauden ihre reichgefärbten Blüten bald unter den Gräsern, denen sie beigemischt sind, verbergen. Allein die Bestandtheile der Formation sind am Amur und in Kamtschatka durchaus verschieden: die mongolische Eiche wird hier durch die Birke vertreten, das Gebüsch besteht aus anderen Laubsträuchern, die Schlingpflanzen scheinen dem Amur eigen, unter den Stauden Kamtschatkas herrschen andere Gattungen, ihre Grösse ist hier noch bedeutender: eine *Spiraea*¹¹⁵⁾ (*S. kamtschatica*) schießt in wenig Wochen zu einer Höhe von 10—15 Fuss auf, um mit dem ersten Nachtfroste wieder zu verschwinden, ebenso üppig wachert eine Nessel (*Urtica*) und eine Doldenpflanze (*Heracleum dulce*), Stauden, die denn doch weit über die Gräser emporragen.

Regionen. Das klimatische Verhältniss der Gebirge zu den Ebenen enthält eine Reihe von Momenten, welche erst genau erwogen werden müssen, ehe man hoffen darf, die gesetzmässige Anordnung der Regionen zu begreifen, zu welchen die Vegetation in vertikaler

Richtung sich absondert. Die Wiederkehr der Gebirgspflanzen in den Ebenen höherer Breite ist die Erscheinung, welche zu dieser Untersuchung den nächsten Anlass giebt. Die innige Verknüpfung, die zwischen der alpinen Flora Europas und den Erzeugnissen der arktischen Zone besteht, und die nicht bloss durch die Aehnlichkeit der Vegetationsformen und Formationen, sondern auch durch eine beträchtliche Reihe identischer Arten ausgedrückt ist, welche den Zwischenländern fehlen, ward stets von übereinstimmenden Wärmeinflüssen abgeleitet. Humboldt hat zuerst ausgesprochen, dass die Abnahme der Wärme in vertikalem Sinne zu derselben Anordnung der Pflanzen den Anlass gäbe, wie in der Richtung vom Aequator zum Pol, aber er unterliess, diese Erscheinung in ihren einzelnen Zügen zu verfolgen und den Umfang seines Gesetzes dadurch einzuschränken. Ganz allgemein aufgefasst, äussert sich der Parallelismus der vertikalen und horizontalen Anordnung der Vegetation freilich auf der ganzen Erde durch die Stufenfolge des Wachsthums, durch die Regionen der Wälder, der alpinen Sträucher und Matten bis zur Linie des ewigen Schnees, aber die Pflanzenformen der tropischen Hochgebirge sind zum Theil abweichend, die Arten der gemässigten und kalten Zonen kehren daselbst keineswegs wieder. Anders verhält es sich in der nördlichen gemässigten Zone selbst, hier scheint das Humboldt'sche Gesetz in voller Geltung zu stehen. Die Regionen der nämlichen Pflanzenformen und oft derselben Pflanzenarten sinken mit zunehmender Breite immer tiefer hinab; aus südlich gelegenen Gebirgen treten sie nordwärts in das Tiefland, bei manchen Gewächsen der einheimischen Flora ist dieses Verhältniss schon an nahe gelegenen Orten zu erkennen, wenn man ihr Vorkommen in der baltischen Ebene mit dem auf den mitteldeutschen Höhenzügen ¹¹⁶⁾ oder auf den Alpen vergleicht. Zahlreiche alpine Pflanzen der Alpen kehren in niedrigerem Niveau auf den norwegischen Fjelden und in Lappland wieder, und ebenso hat Martins ¹¹⁷⁾ gezeigt, dass noch oberhalb der Schneelinie des Montblanc auf nacktem Gestein Gewächse auftreten, die man in der arktischen Flora wiederfindet. Und doch sind die klimatischen Einflüsse in den Hochgebirgen nur in gewissen Beziehungen mit denen des Tieflandes im Norden übereinstimmend. Gehen wir von dem einfachsten Verhältniss, der Wirkung der Sonnenstrahlen auf die Pflanzen, aus, von

welcher die den Breitengraden entsprechenden Vegetationslinien abgeleitet wurden, so haben Versuche¹¹⁸⁾ gelehrt, dass die solare Wärme in vertikaler Richtung nicht nur nicht abnimmt, sondern auf hohen Berggipfeln, wo die oberen Schichten der Atmosphäre sie nur wenig schwächen können, sogar intensiver ist, als am Fusse des Gebirges. Die solare Wärme verhält sich also hier umgekehrt, wie in hohen Breiten, welche die Sonne bei ihrem niedrigen Stande weniger erwärmt. Aehnliche Gegensätze bestehen in der Beleuchtung, die in der reinen Luft über den Wolken sich verstärkt, in der Tageslänge, die nur von der Polhöhe, in der Dichtigkeit der Luft, die nur vom Niveau abhängt, und endlich darin, dass die Gebirge durch Niederschläge häufiger als die Tiefländer befeuchtet werden. Die Exposition gegen die Sonne verschiebt zwar das Niveau der Pflanzenregionen, aber da nach der verschiedenen Lage der Abhänge diese Wirkungen sich ausgleichen, so ist die durchschnittliche Höhengrenze, bis zu welcher eine Pflanze vorkommt, von der den Strahlen zu- oder abgewendeten Neigung des Bodens unabhängig. Das der arktischen und alpinen Flora Gemeinsame beschränkt sich auf die im Schatten beobachtete Luftwärme und auf die durch die Abnahme derselben bewirkte Verkürzung der Vegetationszeit. Dass die Temperatur ungeachtet der gesteigerten solaren Wärme mit der Höhe so rasch sinkt, ist, wie die Erfahrungen im Luftballon zeigen, zunächst eine Folge der abnehmenden Dichtigkeit der Luft, die, je mehr sie verdünnt ist, um so weniger die Fähigkeit besitzt, von der Sonne unmittelbar erwärmt zu werden, sondern ihre Wärme von der Leitung aus dem die Strahlen auffangenden Erdboden empfängt. Aber diese Eigenschaft der Atmosphäre (ihre Diathermanität) reicht nicht aus, die Abnahme der Wärme in vertikaler Richtung allein zu erklären, weil dieselbe nicht bloss vom Niveau, sondern auch von der plastischen Gestaltung des Gebirges abhängt. Je massiger sich dasselbe ausdehnt, je ähnlicher seine Oberfläche einer Hochebene gebildet ist, desto geringer wird die Temperaturabnahme nach oben. Die Wirkung der solaren Wärme auf den Erdboden ist, wie schon bei dem arktischen Klima erwähnt wurde, von der Menge der Massentheilen bedingt, die von den Strahlen der Sonne getroffen werden. Je mehr die zu erwärmende Oberfläche über einer gegebenen Grundfläche sich vergrössert, ein desto geringerer Antheil von Strahlen

kommt den einzelnen Theilchen zu Gute. Das Gebirge verhält sich zur Ebene wie ein vom Sturm bewegtes Meer zu einer stillen Wasseroberfläche, mit wachsender Höhe der Wogen erweitert sich die Oberfläche, welche die Atmosphäre berührt. Auf einem schmalen und steilen Gebirgskamme ist das Verhältniss am ungünstigsten, die Temperaturabnahme nach aufwärts am raschesten. Eine flache Hochebene bietet, wie das Tiefland, der Sonne die geringste Fläche dar, so dass die unveränderliche Zahl der Strahlen die verhältnissmässig grösste Wirkung hat. Hier heben sich die Pflanzenregionen, auf den Gebirgsketten sinken sie. Sodann senken sie sich auch unter dem Einfluss des Seeklimas, weil die Sommerwärme abnimmt, während es im Tieflande gewisse Pflanzen zu höheren Polargrenzen hinaufrückt, deren Ansprüche mässig sind.

Aus diesen Verhältnissen erkennt man, dass die Wiederkehr der Gebirgspflanzen im Norden nicht von der solaren Wärme unmittelbar, sondern von den Wirkungen abhängt, welche dieselbe in dem ihnen zugetheilten Raume hervorzubringen vermag. Eine Vegetationslinie, die in Frankreich und Russland unter gleicher Polhöhe liegt, ist ein Massstab für diejenige Erwärmung der Pflanze, welche sie von den Sonnenstrahlen empfängt, eine andere, die an den Küsten zu höheren Breiten übergeht, ist von der Temperatur der Luft, welche sie umgibt, und des Bodens, in dem sie wurzelt, abhängig. In beiden Fällen kann mit der verminderten Jahreswärme eine Verkürzung der Entwicklungsperiode verbunden sein, aber die eine Pflanze ist unabhängiger von deren Dauer, die andere von den Schwankungen der Wärme. Eine gleiche Mitteltemperatur bewirkt, dass die Gebirgspflanzen unter demselben Meridian in höheren Breiten wiederkehren. Zuweilen haben sie auch die Fähigkeit, ihre Entwicklungszeit zu verkürzen und zu verlängern. Es giebt unter ihnen sogar Arten, die im Gebirge zweijährig sind und daselbst früher blühen, als in der Ebene, wo sie im Frühlinge keimen und im Herbste desselben Jahrs ihre Samen reifen (*Gentiana campestris*).

Es giebt aber auch andere, jedoch viel weniger zahlreiche Gewächse¹¹⁸), die, wie die Lärche und Cembra-Kiefer in nordöstlich gelegenen Tiefebene wieder auftreten, die zugleich in den Alpen und in Russland vorkommen, nicht aber in Skandinavien und

Lappland. In dieser Richtung ist die verkürzte Vegetationszeit das einzige klimatische Moment, welches sie verbindet. Im Gebirge verspätet sie sich, weil der Schnee des Winters erst schmelzen muss, und auch der Sommer bleibt kühl, weil dieses Schmelzen in den höheren Regionen fortdauert und die Bodenfeuchtigkeit sich zu erwärmen hindert, welche an den geneigten Abhängen beständig von oben her gespeist wird. In den nordöstlichen Ebenen giebt es auch keinen rechten Frühling, weil die Temperaturkurve zu steil ansteigt, aber, sobald die Nachtfröste vorüber sind, entwickelt sich hohe Sommerwärme. Jene Pflanzen also, die zugleich im Hochgebirge der Alpen und in Russland wachsen, sind gegen die Temperaturkurve gleichgültiger, wenn nur die Phasen der Entwicklung in die angemessenen Zeitpunkte fallen. Unter ihnen finden sich sowohl Schatten- als Lichtpflanzen, es kommt nicht darauf an, ob sie von den Sonnenstrahlen wirklich getroffen werden, sondern ob sie bei verschiedenen Temperaturen gedeihen können. Im Norden rücken die Alpenpflanzen in die Ebene, wenn sie von der Temperaturkurve während der Vegetationsperiode, im Nordosten, wenn sie von deren Dauer abhängiger sind. Die letzteren fliehen das Seeklima Norwegens, weil in demjenigen Niveau, wo die Vegetationsperiode das ihnen zusagende Mass hätte, die Temperatur schon zu gering wäre, in den Alpen kommen sie da fort, wo die angemessene Entwicklungszeit mit zureichender Wärme verbunden ist. Der Sommer Lithauens ersetzt, was die alpine Region durch ihre solare Wärme vor dem skandinavischen Küstenklima voraus hat.

Bei der Zusammenstellung der in der alpinen Region der Alpen vorkommenden Gewächse fand Christ¹¹⁹⁾, dass von gegen 700 Arten etwa der dritte Theil (36 Procent) in den nordischen Gebirgen wiederkehrt und sich zum Theil in die Polarländer verbreitet. Dass, wenn eine Wanderung derselben stattgefunden hat, dieselbe in beiden Richtungen, sowohl von Norden nach Süden als von Süden nach Norden erfolgte, suchte er aus der alpinen Flora der Sudeten nachzuweisen, die nach ihm 7 nordische Arten besitzt, die nicht in den Alpen vorkommen, hingegen 52, die aus den Alpen stammen und nicht bis Skandinavien verbreitet sind. Dasselbe ergiebt sich auch aus der Vergleichung anderer Gebirgsfloren. Wichtiger ist die Thatsache, dass die endemischen Pflanzen der Alpen in ungleich

grösserem Verhältniss an trockene Standorte gebunden sind, dagegen diejenigen, welche auf sumpfigem oder von Schneewasser durchnässtem Boden gedeihen, im Norden am häufigsten wiederkehren. Unter den endemischen Arten der Alpen schätzt Christ die des trockenen Bodens auf fünf Sechstel der Gesamtzahl, unter den nicht endemischen die Wasser bedürftenden auf drei Viertel. Die Erscheinung ist dem allgemeinen Verbreitungsgesetze der Wasserpflanzen des Binnenlandes analog und beruht hier zugleich nicht bloss auf der gleichmässigeren, sondern auch der geringeren Wärme des Bodens, in welchem diese Pflanzen wurzeln, und die ihnen einen weiteren Spielraum gewährt, an geeigneten Standorten sich anzusiedeln.

Der Austausch der Pflanzen zwischen Orten, die weit von einander entfernt liegen, wie die Alpen von Norwegen, oder gar von Lappland und Spitzbergen, hat vielen Naturforschern nie recht einleuchten wollen. Ich theile diese Bedenken nicht, da Wanderungen des Samens durch die Luft, durch den Wind oder durch Zugvögel vermittelt, über die Zwischenländer, deren Klima nicht geeignet ist, recht wohl möglich erscheinen. Auch vermehren sich die Beobachtungen keimfähiger Samenkörner im Kropf oder zwischen den Federn der Vögel, je mehr man darauf zu achten anfängt¹²⁰). Gewichtiger ist der Einwurf, dass ein ähnliches Verhältniss, wie zwischen den Pflanzen der Alpen und Lapplands, auch bei solchen grösseren Thierformen erkannt worden ist, bei denen eine Wanderung vom hohen Norden bis zu den Gebirgen Mitteleuropas nicht angenommen werden kann. Die Spekulationen über die Eishülle, die in der Periode, die man sonst Diluvium zu nennen pflegte, den Erdboden bedeckt haben soll, fanden hier ein bereites Feld, sich zu versuchen. Die Standorte der arktischen Gewächse auf den Alpen waren den Anhängern dieser Lehre die Ueberreste einer Flora, die ehemals, als die Gletscher sich zurückzuziehen begannen, durch das heutige Waldgebiet allgemein verbreitet war. Die Untersuchungen über das Wohngebiet des Rennthiers in vorhistorischen Zeiten scheinen diese Ansicht keineswegs zu unterstützen. Als dieses Thier in Mitteleuropa lebte, war die Erde bereits längst bewohnt und stand nicht mehr in einer andern geologischen Periode. Das nordische Thierleben ist verdrängt worden oder hat sich zurückgezogen, als

der Ackerbau die Wälder zu lichten und nun das kontinentale Klima einem milderen Himmel zu weichen anfang. So mögen auch manche Pflanzen, die einst, als das Klima der hercynischen Wälder noch rauher war, die Tiefländer zwischen den Alpen und Skandinavien bewohnten, sich in historischer Zeit verloren haben, und dadurch mag der Abstand erweitert sein, der ihre heutigen Fundorte trennt, ohne dass man allgemeine geologische Aenderungen des Erdkörpers anzunehmen nöthig hat.

Vergleicht man die Höhengrenzen der Bäume in südlichen Gebirgen mit der Verbreitung derselben Arten in den Ebenen des Nordens, so zeigen sich in gewissen Fällen eigenthümliche Unregelmässigkeiten, die einer physiologischen Erklärung bedürfen. Da die klimatischen Einflüsse nach vertikalen und horizontalen Richtungen sich nur in beschränkter Weise gleichen, so ist es eigentlich auffallend, dass die Symmetrie in der Anordnung der meisten Gewächse, die ihre klimatischen Höhen- und Polargrenzen erreichen, so gross ist. Man sollte erwarten, dass die Waldbäume, deren klimatische Sphäre sich uns individuell so verschieden zeigte, in vertikalem und horizontalem Sinne weit ungleichmässiger sich verhalten müssten, als dies der Fall ist. Die meisten verschwinden in den Alpen nach aufwärts in derselben Reihenfolge, wie sie in den Ebenen Skandinaviens und Russlands ihre Polargrenzen erreichen. Das gemeinsame Moment, welches in der Dauer und Verkürzungsfähigkeit ihrer Vegetationsperiode liegt, ist von grösserer Bedeutung, als die feineren klimatischen Einflüsse, die ausserdem ihre Anordnung bestimmen könnten. Wahlenberg hatte indessen bei seinen vergleichenden Untersuchungen über die Vegetation der Schweiz und Lapplands Abweichungen von dieser Symmetrie bemerkt und behauptet, dass die Bäume in den nordischen Ebenen einem anderen Verbreitungsgesetze folgten, als in den Waldregionen der Alpen. Dieser Ansicht trat Martins¹²¹⁾ entgegen, der nachwies, dass im Berner Oberlande diese Verhältnisse den skandinavischen weit ähnlicher seien, als in der nördlichen Schweiz, wo Wahlenberg seine Untersuchungen angestellt hatte. Auf der Grimsel blieb ihm nur eine einzige Abweichung übrig, als er die Höhengrenzen der dortigen Bäume mit ihren Polargrenzen in Norwegen verglich. Diese Ausnahme ist auch jetzt noch die einzige, allgemein und sicher nachgewiesene Thatsache

dieser Art, aber auch gerade deshalb einer näheren Untersuchung werth. Die Erscheinung besteht darin, dass die Buche in den Alpen weit höher ansteigt, als die Eiche, wogegen wir gesehen haben, dass die sogenannte Sommereiche (*Quercus pedunculata*) im Norden Europas weit über die Buchengrenze hinausgeht. Die in den bayerischen Alpen von Sendtner¹²¹⁾ gemessenen Werthe ergeben für die Sommereiche als Höhengrenze 2925 Fuss, für die Buche 4370 Fuss. Eine physiologische Erklärung dieser Ungleichheit der Höhen- und Polar-grenzen geht aus den früher erörterten Beziehungen beider Bäume zur Temperaturkurve hervor. Im Gebirge ist der Anfang und das Ende der Vegetationsperiode zunächst durch die Dauer der Schneebedeckung bestimmt, in welche der Winter die Gehänge einhüllt. Von der Linie des ewigen Schnees, wo der Sommer denselben nicht völlig zu verzehren vermag, folgt abwärts eine stetige Reihe von Niveaus, wo man ihn allmählig früher verschwinden und im Herbste sich später erneuern sieht. So lange der Schnee im Schmelzen begriffen ist, steht die Temperatur seiner Umgebungen auf dem Gefrierpunkte: Anfang und Ende der vegetativen Entwicklung ist also durch die Zeitpunkte bestimmt, zu welchen die Sonnenwärme nicht mehr zur Entfernung des Schnees verbraucht wird und das Erdreich sich höher zu erwärmen im Stande ist. Die Vegetationszeit beginnt, kurz nachdem die Schneedecke geschmolzen ist, sie endet, wenn mit den ersten, vielleicht nur vorübergehenden Schneefällen des Herbstes die Bodentemperatur plötzlich unter das Mass sinkt, bei welchem phanerogamische Gewächse vegetiren können. Es fehlt eine Periode, wo dieselbe, in niedrigen, aber über dem Gefrierpunkte liegenden Werthen schwankend, noch bei gewissen Bäumen eine Fortdauer der Blattfunktionen zulassen würde. Dieses Verhältniss entspricht der Entwicklung der Buche, bei welcher zur Zeit der Belaubung (8⁰) und des Blattfalls (6⁰) wenig geänderte Temperaturen gefordert werden. Aber für die Eiche ist eine so gestaltete Temperaturkurve ungünstig, da dieser Baum sich bei einer höheren Wärme (10⁰) belaubt als die Buche, also nach der Entfernung des Schnees bereits eine längere Zeit einbüsst und diesen Verlust nicht, wie in den nordischen Ebenen, dadurch ersetzen kann, dass die Blätter bei einer geringen Luftwärme (2⁰) sich noch erhalten können. Dies verhindern die frühzeitigen Schneefälle. Die stärkere Wolken-

bildung des Gebirgs bewirkt, dass der herbstliche Schnee sich unmittelbar an die höheren Temperaturen der Vegetationszeit anschliesst und die Bodenwärme plötzlich herabdrückt, während derselbe wieder wegschmilzt. An der Polargrenze der Eiche, in dem Tieflande Schwedens und Russlands, ist das Klima trockener als in den Alpen: es schaltet sich zwischen dem Sommer und den ersten, bedeutenden Schneefällen eine Periode ein, wo die Temperatur der Luft allmählig zum Gefrierpunkte herabsinkt, und dadurch holt der Baum den Zeitverlust wieder ein, den er durch das verspätete Ausschlagen der Blätter erlitten hatte. Die Buche kann diese herbstliche Periode nicht mehr benutzen, und deshalb bleibt ihre Polargrenze hinter der der Eiche so weit zurück. Der Abschnitt der Temperaturkurve, bei welcher die Buche vegetirt, hat diessseits und jenseits der Wärmekulmination zwei nahezu gleiche Schenkel: bei der Eiche ist der Schenkel, der den Zeitraum der wachsenden Wärme bedeutet, viel kürzer, als derjenige, innerhalb dessen sie im Sinken begriffen ist. Hier haben wir also einen Fall, wo feinere physiologische Unterschiede der Receptivität gegen die Wärme die Symmetrie der Höhen- und Polargrenzen stören, aber nur selten werden sich solche Wirkungen nachweisen lassen, weil sie nur an Bäumen gleicher Art erkennbar sind, denen eine grosse Verbreitung und eine Ausdehnung des Wohnorts bis zu den äussersten klimatischen Grenzen zukommt, wie dies bei der Sommereiche und der Buche der Fall ist. Die Birke ist in den Alpen zu wenig verbreitet, um sie sicher mit ihrem skandinavischen Wohngebiet vergleichen zu können: an der Grimsel fand Martins¹²²⁾ diesen Baum seiner Polargrenze in Lappland entsprechend in einem weit höheren Niveau, als die Fichte (*P. Abies*), während in den bayerischen Alpen die letztere höher ansteigt. Die Kiefer ist ebenfalls in den Hochalpen zu selten und in beiden Fällen bleibt man ungewiss, ob die klimatischen Höhengrenzen erreicht werden. An der Nordseite der Grimsel ist dies bei der Fichte entschieden nicht der Fall.

Die Linie des ewigen Schnees hat man nicht selten als die obere Grenze des Pflanzenlebens aufgefasst, allein nach dem Verhältniss, in welchem die Schneeregionen der Gebirge zu den schneefreien Tiefebeneu der arktischen Flora stehen, ist es einleuchtend, dass nicht klimatische Ursachen die Entwicklung der Organismen auf

diesen kalten Höhen ausschliessen, sondern nur das dem Leben feindliche Substrat, in welchem sich die Pflanzen nicht befestigen können, und dessen stetiges Abschmelzen und Verdunsten im Sommer die Temperatur der Oberfläche nicht über den Gefrierpunkt steigen lässt. Der sogenannte rothe Schnee (*Protococcus nivalis*), eine mikroskopische Alge, welche den ewigen Firn zuweilen mit einem vegetabilischen Anfluge belebt, ist ein neuer Beweis, dass kryptogamische Gewächse bei der Temperatur des schmelzenden Eises gedeihen können. So reichen auch da, wo der Schnee wegen der Steilheit der Gehänge nicht haftet, die Steinlichenen der Alpen weit über die höchsten Phanerogamen hinaus und sind noch auf dem Gipfel des Montblanc bemerkt worden. Auf den Firninseln, wie man in der Schweiz die wegen ihrer Lage und Abdachung schneefreien Plätze oberhalb der Schneelinie nennt, wächst aber auch eine beträchtliche Anzahl alpiner und arktischer Pflanzen von höherer Organisation, eine Vegetation, die auf den höchsten Berggipfeln Graubündtens von Heer¹²³⁾ untersucht wurde. Das höchste Niveau auf dem Piz Linard (10700 Fuss) erreichte eine winzige, rasenförmig auf den Felstrümmern wachsende Primulacee (*Androsace glacialis*), und von diesem Standorte abwärts bis zur Schneelinie (8500 Fuss) erhebt sich die Phanerogamenflora in den rhätischen Alpen bis zu der Ziffer von gegen 100 Arten, die sich auf 23 Familien vertheilen und also, wenn auch auf höchst beschränkten Räumlichkeiten, dieselbe Mannigfaltigkeit zeigen, wie die entsprechende Formation des arktischen Gebiets, ja wie die ganze Flora Spitzbergens. Auch darf man, wenn man damit das noch viel höhere Ansteigen der Phanerogamen im Himalaja vergleicht, gewiss behaupten, dass mit jenen höchsten Standorten der Phanerogamen in den Alpen ein klimatischer Grenzwert keineswegs erreicht ist, sondern weiter aufwärts nur die zu ihrer Vegetation geeigneten Oertlichkeiten fehlen. Denn eine Bodenwärme, die in jeder Jahreszeit unter dem Gefrierpunkte läge, ist auf schneefreien Gebirgsstöcken wohl niemals beobachtet worden, so dass auch hier so wenig, wie in der arktischen Flora, von einer absoluten Grenze des organischen Lebens die Rede sein könnte. Die Bodenwärme aber ist es, auf der die Vegetation der Schneeregion beruht, da dem von der Sonne erwärmten Boden sich die kleinen, niedergedrückten Stauden anschmiegen, die meist zu polsterförmigen Rasen durch Seiten-

knospen sich verjüngen und somit, der Samenreife nicht bedürftend, auf das kürzeste Zeitmass ihre Entwicklung beschränken können. Selbst jene Zwergweiden sind hier noch vertreten, die ihren Holzstamm in den Boden versenken und daher nur durch die das nackte Trümmergestein treffenden Sonnenstrahlen belebt werden. Auf die Kürze der Vegetationszeit bei den Pflanzen der Schneeregion schloss Heer auch aus dem Umstande, dass sie, in's Tiefland versetzt, ohne Ausnahme als Frühlingsgewächse sich verhielten, die in wenigen Wochen vom Ausschlagen zur Fruchtreife gelangten, und dabei zeigten sie die grösste Unempfindlichkeit gegen die Kälte, so dass sie, selbst in der Blüthezeit vom Frost überfallen, keineswegs zu leiden schienen. Wenn auch an ihrem hohen Standorte einmal in einem Jahre durch Schneeverwöhnung und Lawinen gar kein Frühling erwachte, würden sie selbst eine mehrjährige Ruhe ertragen, ohne abzusterben. So wiederholen sich vollständig innerhalb der Schneeregion dieselben physischen Bedingungen, welche Baer für die arktische Vegetation auf Nowaja Semlja so charakteristisch gezeichnet hat. Die Beobachtungen Heer's sind später von Martins¹²⁴⁾ wieder aufgenommen und auf andere Theile der Schweizer Alpen ausgedehnt worden: auf den Grands Mulets am Montblanc (9890 bis 10600 Fuss) fand er noch 24 Phanerogamen, wobei das höchste Niveau, in welchem sie vorkommen, fast genau mit dem von Heer in Graubünden beobachteten übereinstimmt, und sodann wies er nach, dass auf diesen Standorten eine grössere Zahl von Arten mit denen der arktischen Flora identisch ist, als unter den alpinen Gewächsen unterhalb der Schneelinie.

Die Schneelinie ist, wenn auch keine absolute Schranke des vegetativen Lebens, doch einer der wichtigsten Wendepunkte desselben, weil an ihr die zusammenhängenden Formationen der alpinen Region aufhören. Wenn die Schneelinie über das durchschnittliche Höhenmass sich hebt oder unter demselben zurückbleibt, sehen wir die nämliche Erscheinung auch an den tiefer gelegenen Vegetationsgrenzen sich wiederholen. Dieser Parallelismus hat in sofern etwas Befremdendes, als die klimatischen Bedingungen, die diesen Verschiebungen zu Grunde liegen, in dem einen Falle auf das Schmelzen des unorganischen Firns, in dem anderen auf die Funktionen der organischen Saftbewegung sich beziehen. Das Gemeinsame besteht

indessen darin, dass die Schneelinie da liegt, wo die Sommerwärme nicht mehr ausreicht, die Entblössung des Bodens zu vollenden, und dass ebenso die Temperaturkurve der warmen Jahreszeit es ist, wodurch die Dauer der Vegetationsperiode, freilich bei den einzelnen Gewächsen nach verschiedenen Normen, bestimmt wird. Aber gerade weil diese Normen verschiedener Art sind, die eine Pflanze ihre Entwicklung beschleunigen oder ungleichen Temperaturen sich anbequemen kann, die andere von deren gesetzlichem Gange abhängiger bleibt, während die Schneegrenze unter viel einfacheren Bedingungen steht, so unterliegt der vertikale Abstand jener Parallellinien auch gewissen Schwankungen, die innerhalb unseres Gebiets nicht so beträchtlich sind, als in anderen Theilen der Erde. Das Niveau der alpinen Region zwischen der Baum- und Schneegrenze schwankt hier etwa nur zwischen vertikalen Durchmessern von 2000 und 3000 Fuss, und diese Schwankungen sind einerseits von den Baumarten abhängig, welche den obersten Waldgürtel bilden, andererseits von der Masse der winterlichen Schneeanhäufung. Auf den Fjelden des südlichen Norwegens (61^o) begreift die alpine Region durchschnittlich die Höhen von 3000—5000 Fuss¹²⁵), in den nördlichen Alpen von 5500—8200 Fuss¹²⁶), auf der penninischen Kette des Montrosa von 6500—9300 Fuss. Sehen wir nun in den verschiedenen Gebirgen die Schneelinien und die Vegetationsgrenzen sich heben oder senken, so entsteht die Frage, in welchen Fällen sie dem normalen Mass entsprechen, in welchen sie über dasselbe hinausgehen oder darunter zurückbleiben. Aber eine genaue Bestimmung ihres normalen Niveaus ist selbst in dem einfachsten Falle, bei der Schneelinie, nicht möglich, weil die zusammenwirkenden Einflüsse zu mannigfaltig sind, die Temperatur während der Periode des Schmelzens nicht bloss von dem Breitengrad, sondern auch von der Form der firntragenden Gebirgtheile, den Niederschlägen, der Nähe des Meers abhängt, und ausserdem die Masse der Schneevorräthe, die zu entfernen sind, in Betracht gezogen werden müsste. Die Formeln, welche man zur Berechnung der Schneegrenze für die einzelnen Breitengrade versucht hat aufzustellen, sind rein empirische Durchschnittswerthe, in welchen die unregelmässige Vertheilung der nach ihrer Höhe und plastischen Gestalt so verschiedenartigen Gebirge auf der Erdoberfläche sich ausspricht, und dazu kommt noch,

dass unter den Tropen das Niveau der Schneelinie nicht von der Temperaturkurve, sondern von dem Wechsel trockener und nasser Jahreszeiten bestimmt wird. Da die Einflüsse, von denen die Grenzen der Vegetation abhängen, durch die ungleiche Empfänglichkeit der einzelnen Arten noch verwickelter sind, so ist es hier noch weniger möglich, eine Skale nach den Breitengraden zu entwerfen. Es bleibt daher nur übrig, vergleichungsweise die einander benachbarten oder unter derselben Polhöhe gelegenen Gebirge zusammen zu stellen, wobei sich dann leicht ergeben wird, unter welchen Bedingungen die Regionen sich heben oder unter das aus jenen Formeln abgeleitete Durchschnittsmass herabgedrückt werden, und diese Angabe soll in der nachfolgenden Uebersicht im Einzelnen zu lösen versucht werden.

Wir beginnen mit den Regionen im skandinavischen Norden, dessen Westküste von dem erwärmenden Einflusse des Golfstroms zunächst beeinflusst wird.

Lappland. ¹²⁷⁾

Waldregion.	Westliche	Oestliche Gebirgsabhänge.	
Birke (Baumgrenze).			
Hammerfest (70 ¹ / ₂ ^o)	800'.	Kantokeino (69 ^o)	1680'.
Sulitelma (67 ^o)	1100'.	Quickjock (67 ^o)	2140'.
Kiefer (Coniferengrenze unterhalb der Birkenregion).			
Finmarken (69 ^o)	1020'.		
Alpine Region (Baumgrenze bis Schneelinie).			
Sulitelma (67 ^o)	1100'—3100'.		2100'—4100'.

Süd-norwegisches Hochland. ¹²⁸⁾

Waldregion.	Westliche	Oestliche Gebirgsabhänge.	
Birke (Baumgrenze).			
Hardanger (60 ^o)	2800'.	Tellemarken (60 ^o)	3200'.
Folgefonden (60 ^o : lokale Depression der Höhengrenzen).	1835', (bis 2030' bei östl. Exposition).		
Kiefer (Coniferengrenze).	—	Gaustafjeld (60 ^o)	2900'.
Esche. Hardanger (60 ^o)	1200'.		
Alpine Region (Baumgrenze bis Schneelinie).			
Jisbraeer (62 ^o)	— 5000'.	Dovrefjeld (62 ^o)	— 5000'.
Folgefonden (60 ^o)	1835'—3900' (2030'—4300' bei östl. Exposition).	Hardangerfjeld (60 ^o)	— 5200'.

Besondere, alpine Vegetationsgürtel am Hardangerfeld.

Alpine Sträucher	3200'—3600'.	(Zwergbirke — 3500').
„ Stauden	— 4400'.	
Erdlichenen und Moose	— 5200'	(begleitet von <i>Salix herbacea</i>).

Die erhöhte Temperatur des Meerwassers, welche längs des norwegischen Gestades und auf den tief in das Innere einschneidenden Fjorden die Eisbildungen des Winters bis zum Nordkap ausschliesst, wirkt im Allgemeinen auf das Niveau der Regionen elevirend, so dass die Schneelinie bis zu den höchsten Breiten des Kontinents und darüber hinaus noch in Spitzbergen (1000 Fuss) verhältnissmässig hoch liegt. Denn unter demselben Parallelkreise, wo der nördliche Ural noch durchaus der baumlosen, arktischen Flora angehört; sind die Abhänge der lappländischen Gebirge von Wäldern erfüllt und es scheidet sich über ihnen eine alpine Region aus, die bis zum südlichen Norwegen einen in hohem Grade übereinstimmenden Charakter bewahrt, und in welcher das wilde Rennthier seine Weidegründe findet. Auch haben wir gesehen, dass in Skandinavien selbst die Vegetationslinien längs der norwegischen Küste einen nördlichen Bogen beschreiben, dessen Lage dem Einflusse des Golfstroms zuzuschreiben war. Aber um so merkwürdiger ist die Erscheinung, dass im Gebirge die Anordnung der Pflanzen diesem am Küstensaum ausgeprägten Verhältniss zu widersprechen scheint, dass die Regionen an den dem atlantischen Meere zugewendeten Abhängen in ein tieferes Niveau herabsinken, als an der östlichen Abdachung gegen das schwedische Tiefland. Die Mittelhöhen der Vegetation liegen unter gleicher Breite höher als am Ural, und dies ist die Wirkung des Golfstroms, aber auf dem engeren Raum des skandinavischen Hochlands selbst übt die plastische Form desselben auf die Pflanzengrenzen und auf die Schneelinie im Verhältniss zu der durch das Meerwasser gesteigerten Jahreswärme den überwiegenden Einfluss im entgegengesetzten Sinne. Wir können einen nördlichen, lappländischen (71° — 63°) und einen südnorwegischen Typus (63° bis 59°) der Gebirgsbildung unterscheiden. In beiden Fällen stürzt das Hochland an seiner Westseite mit ungemeiner Schroffheit von alpinen Höhen zum atlantischen Meere und zu dessen Fjorden ab, während die östliche Abdachung sanft oder terrassenförmig geneigt

in die waldigen Tiefebene Schwedens allmählig hinüberführt. Aber im Süden des 63. Breitengrads ist zwischen beiden Gehängen die breite, wellenförmig gebaute Hochfläche der norwegischen Fjelde eingeschaltet, die, da sie oberhalb der Baumgrenze liegt, die alpine Region am weitläufigsten entwickelt und einen bedeutenden Theil des Landes der Benutzung und Ansiedelung entzieht. Auf der atlantischen Seite erhöht der Golfstrom zwar die Wärme des Jahrs, aber nicht die des Sommers¹²⁹⁾: denn derselbe wirkt in der Form des Seeklimas, dessen milder Winter und dessen erweiterte Vegetationszeit an dem durch die Fjorde so sehr verlängerten Küstensaum die Vegetationslinien nach Norden rückt. Aber die Höhengrenzen stehen unter einem anderen, einem stärkeren Einflusse. Was das atlantische Meer diesen schroffen Gebirgsabhängen an Wasserdampf zuführt, entladet sich hier, so dass die Küste von Bergen zu den feuchtesten¹³⁰⁾ Gegenden Europas gehört. Durch diese Wolkenbildungen wird die Sommerwärme in den höheren Niveaus herabgedrückt, und mit ihr sinken die Regionen der Vegetation und die Schneelinie unter die Norm herab. Sobald aber die Höhe des Gebirgsrandes der Fjelde erreicht ist, äussert sich im südlichen Norwegen die entgegengesetzten Einflüsse des Plateauklimas, nun rücken nach Massgabe des trockeneren und verhältnissmässig wärmeren Sommers alle Grenzen nach aufwärts. Die inneren Fjelde tragen daher viel weniger ewigen Schnee, als diejenigen Gebirge, welche bei gleicher Höhe dem atlantischen Meere genähert sind. Auf den Jisbraeern (62⁰), die der Küste und dem Sognefjord nahe liegen, und die ein Firndach von über 20 Quadratmeilen, das grösste Norwegens, besitzen, lässt sich doch noch eine erhöhte Stellung der Schneelinie erkennen, weil sie mit dem grossen Fjeldplateau zusammenhängen. Die tiefste Lage der Vegetationsgrenzen und der Schneelinie zeigt andererseits der Folgefond (60⁰), der rings von dicht anschliessenden, nebelreichen Fjorden umgeben ist, zu welchen zahlreiche Gletscher, ihre Umgebungen erkältend, hinabsteigen, und dessen kuppenförmige Plattform (5090 Fuss hoch) grösstentheils mit Firn bedeckt ist, der durch seine Masse zugleich die Sommerwärme in Anspruch nimmt¹²⁵⁾. Nach den örtlichen Verschiedenheiten der Exposition, der Neigung, der plastischen Gestalt wechseln in Norwegen die Höhengrenzen so sehr, dass es schwer hält, Mittelwerthe von einiger

Zuverlässigkeit zu erhalten, aber in diesen erst zeigt sich der Einfluss des See- oder Plateauklimas. Fragen wir nun, ob dieselben auf den Küstengebirgen deprimirt oder ob sie auf dem Fjeldplateau elevirt seien, so weicht die Schneelinie von der für diese Breitengrade aufgestellten Formel ¹²⁸⁾ in ersterer Beziehung fast ebenso sehr ab als in letzterer: man kann die mittlere Depression am Folgefond auf 600 Fuss, die Elevation im Bereiche des Fjeldplateau auf 700 Fuss schätzen ¹³⁰⁾. Ich habe diese Verhältnisse mit denen des Himalaja und Tibets verglichen: Schneegebirge grenzen an ein kahles Hochland, wo durch die Plateauerwärmung im Gegensatz zu den dem Meere zugewendeten und durch dasselbe befeuchteten Abhängen alle Höhengrenzen sich verschieben. In Lappland treffen wir auf ähnliche, vielleicht noch stärker ausgesprochene Gegensätze, aber hier dürfte der Baumwuchs an der Küste seinen klimatischen Grenzwerth nach aufwärts kaum erreichen.

Die Vergleichung der skandinavischen Regionen mit denen der Alpen und anderer europäischer Hochgebirge enthüllt uns einige Charakterzüge, welche dem hohen Norden jenes Gepräge grossartiger Naturstille aufdrücken, die den Südländer in diesen Landschaften befremdlich anzieht und des Eingeborenen inniges Anschliessen an seine Heimath begreiflich macht. Denn nicht die Dürftigkeit der Gaben wird empfunden, wenn die Natur durch ihre Grösse sich der Herrschaft der Menschen über ihre Kräfte entzieht. Es sind die grossen Wälder Skandinaviens und die weiten Einöden der Fjelde, die bei allem Reichthum der Wasserverbindungen die menschliche Betriebsamkeit auf enge Räumlichkeiten einschränken und die ursprünglichen Wechselbeziehungen des organischen Lebens ungestört walten lassen.

Die Wälder nehmen in den Gebirgen Skandinaviens einen grösseren Raum ein, als in den Alpen, weil die östliche Abdachung so sanft geneigt und in weiteren Abständen von Thälern durchfurcht ist, weil nicht bloss das Klima, sondern auch das geognostische Substrat der Ausbreitung des Ackerbaus entgegensteht. Die ganze Halbinsel vom Nordkap bis zu dem Hütgelrücken, der Schonen, die südlichste Landschaft Schwedens, absondert, ist eine zusammenhängende Gneissmasse, die wegen der Langsamkeit ihrer Verwitterung nur wenig Erdkrume frei macht. Dieses überall, auch im Tieflande

anstehende Gestein lässt den Charakter des skandinavischen Nordens, sobald man jene Hügel zwischen Schonen und Halland überschreitet, sogleich auffallend hervortreten, der nun bis nach Lappland unverändert bleibt. Bäume mit flacher Wurzelausbreitung, wie die Fichte, können hier ungestört sich vervielfältigen. Ueber dieser Nadelholzregion, die in den Alpen die Baumgrenze zu bilden pflegt, ist in Skandinavien bis zur alpinen Flora allgemein noch ein Gürtel von Birkenwäldern eingeschaltet. An der westlichen Abdachung von Hardanger (60°) folgen die Birken unmittelbar dem Eschenwalde und den Wiesen des Fjordgestades oder wachsen bis zum Ufer mit jenem Laubholze gemischt. An seinem oberen Saume verkümmert der Birkenwald zu Gesträuch und wird hier von hohen Stauden begleitet, die den subalpinen Gewächsen der Alpen entsprechen: es ist die Region der Aconiten (*Aconitum septentrionale* mit *Ranunculus plantanifolius*), welche hier mit der strauchförmigen Birke, dort mit der Fichte in Gemeinschaft wachsen. In Lappland zeichnet sich die Birkenregion durch hohen Graswuchs aus: nicht bloss in den geschlossenen Beständen bekleidet eine Rasendecke den Boden, es sondern sich auch fruchtbare Wiesen aus, deren Gräser (*Calamagrostis*) zuweilen beinahe Mannshöhe erreichen¹³¹).

Die alpine Region beginnt mit einer geselligen Vegetation von Zwergbirken (*Betula nana*), die auf dem Fjeldplateau die Rhododendren der Alpen vertreten. Es ist ein armhoher Strauch, der das Brennholz für die Sennhütten liefert. Ueber den Zwergbirken folgen kleinere, zerstreuter wachsende Gesträuche, Vaccinien (*V. Myrtillus*) und ähnliche, Beeren tragende Gewäcche (*Empetrum*), zwischen denen die alpinen Stauden anfangen den Boden zu bekleiden, welche sodann die mittleren Höhen der Region einnehmen. Allein diese Formation ist weder an Mannigfaltigkeit noch an Ueppigkeit des Wachstums mit den alpinen Matten der Alpen irgend zu vergleichen. Auf fünf Fjeldreisen, die einer Weglänge von etwa 30 g. Meilen entsprechen, habe ich in Hardanger nur gegen 100 Arten von Gefäßpflanzen in diesen alpinen Höhen auffinden können, unter denen gewisse Stauden zwar durch Häufigkeit der Individuen und durch liebliche Blütenfarben den Reiz bunter Gebirgsvegetation gewähren, aber ohne Höhe und Dichtigkeit des Wuchses. Der ärmliche Rasen besteht fast nur aus Gräsern, nicht, wie in den Alpen, zugleich

aus nahrhaften Kräutern. Ich bemerkte¹²⁸⁾, dass in Hardanger zwei Arten von alpinen Stauden beinahe die einzigen waren, die einen wirklichen Rasen bilden, und diese sind nicht grösser als Laubmoose (*Gnaphalium supinum* u. *Sibbaldia procumbens*). Noch mehr wird der Werth der alpinen Formationen auf den Fjelden durch die ungünstige Bewässerung des Bodens eingeschränkt, indem in der Tiefe der Terrainwellen sich Stümpfe und Torfmoore erzeugen, deren Pflanzendecke grösstentheils aus Cyperaceen, aus Seggen und Wollgras besteht (*Carex*, *Eriophorum*). Der oberste Vegetationsgürtel endlich wird auf den norwegischen Fjelden und in Lappland aus Erdlichenen und Moosen gebildet, einer Formation, die in dieser Ausdehnung den mitteleuropäischen Hochgebirgen ganz fremd ist. Bis zu ihnen steigen die alpinen Gefässpflanzen nicht hinauf, nur die Zwergweiden begleiten sie noch (*Salix herbacea* u. a.). Die Abnahme der Wärme, die Verkürzung der Vegetationszeit spiegelt sich charakteristisch in der Reihenfolge der Weidenarten ab, die in vertikaler Richtung einander ablösen: zuerst umsäumen sie als mannshohe Sträucher gesellig das Ufer der Bäche und Flüsse, ehe diese über den Rand des Fjeldplateaus, oft in grossartigen Wasserfällen, herabstürzen, dann folgen immer kleiner werdende Arten, bis zuletzt jene Zwerggestalten übrig bleiben, bei denen das Holzgerüst im Boden zurückgehalten wird und die zolllangen Triebe, unter den Moosen und Lichenen verborgen, in wenig Tagen ihre Kätzchen reifen können, sobald ein heiterer Himmel ihre Entfaltung einleitet. Die geringe Neigung der welligen Hochebene ist es, wodurch die Feuchtigkeit sich überall verbreitet und, indem sie den Boden gleichmässig tränkt, auch nur die Temperatur des schmelzenden Schnees dem obersten Vegetationsgürtel zuführt, die die Gefässpflanzen zurückdrängt und fast nur kryptogamische Bildungen übrig lässt. Auf steileren Gebirgsketten, wo der schmelzende Firn in Gletscherthälern sich einengt und unmittelbar aus diesen die rauschenden Alpenbäche entspringen, können die alpinen Matten bis zur Schneelinie emporsteigen. Die Fjelde hingegen sind den Bedingungen der arktischen Flora ähnlicher, als denen der Alpen, und, je nachdem mehr oder weniger Erdkrume sich sammelt, bedeckt sie, wie dort, entweder der grüne Moosrasen oder der Teppich von Erdlichenen mit seiner bunten, aber fahlen Färbung (*Cladonia*, *Cetraria*). Das Fjeldplateau

ist demnach für die Bewohner Norwegens von geringem Werth und grossentheils ungeeignet, eine ergiebige Sennwirthschaft, wie in den Alpen, zu entwickeln. Meilen weit kann man auf diesen öden Flächen umherwandern, ehe man im Sommer einen Hirten antrifft. Das Missverhältniss, welches zwischen der Ausdehnung der Hochfläche und den entlegenen Fjordthälern besteht, an deren Gestade die vereinzelt Gehöfte sich reihenweise vertheilen, lässt es nicht einmal zu, dass die Hülsquellen, welche die gute Jahreszeit der Viehzucht darbieten könnte, entsprechend benutzt werden, weil die Ernährung der Heerden in den übrigen Monaten durch den geringen Umfang der Uferlandschaft in den vom Meere erfüllten Thälern beschränkt wird. So bleiben die Fjelde weithin ungestört sich selbst überlassen: aber dem Thierleben, welches sie erzeugt haben, gewähren sie dieselben Vortheile, die der arktischen Flora eigen sind, sie spenden die im Schnee des Winters frisch erhaltenen Nahrungsstoffe, die Fülle von Beeren, den Grasrasen und die Erdlichenen, deren Bedeutung aus ihrer Bezeichnung als Rennthierflechte schon hervorgeht. Dass der Schneefall plötzlich die Hochfläche einhüllt und der Vegetation ein Ziel setzt, dadurch eben wird die Zersetzung der organischen Verbindungen gehindert, so dass sie viele Monate lang den Bedürfnissen der doch nur spärlich vorhandenen, überwinternenden Thiere genügen.

Fassen wir nun die übrigen Gebirge der höheren Breiten des Gebiets zusammen, so werden sich daraus noch nähere Vergleichungspunkte mit Skandinavien ergeben.

Schottische Hochlande [57° N. B.].¹³²⁾

Waldregion.	0'—2500'.	
Birke (Baumgrenze)		— 2500'.
Kiefer		— 2100'.
Eiche		— 1000'.
Alpine Region.	2500'—4100' (Schneelinie nicht erreichend).	
Calluna		0'—3000'.

Ural.

Waldregion (61° N. B.)	— 2350'. ¹³³⁾
Lärche (Baumgrenze)	— 2350'.
Fichte (Baumgrenze: 54° N. B.)	— 4000'. ¹³⁴⁾
Birke (54° N. B.)	— 3850'.
Alpine Region (64° N. B.)	1700'—4500'. ¹³⁵⁾

Stanowoi (Aldan).Waldregion (60° N. B.) — 3500'.¹³⁶⁾Lärche (Baumgrenze: 56° N. B.) . . . — 4000' (?)¹³⁷⁾

Fichte und Kiefer (56° N. B.) . . . — 3500'.

Alpine Region (56° N. B.) 4000' (?)—6000' (Schneelinie nicht erreichend).

Strauchförmige Arve (*P. Cembra*) . . . — 6000'.**Kamtschatka [56° N. B.].¹³⁸⁾**

Waldregion. 0'—2900'.

Alpine Region. 2900'—4900' (Schneelinie).

Auf den schottischen Hochlanden, welche die Schneelinie nicht erreichen, ist das Seeklima noch entschiedener ausgebildet, als an der Westküste Norwegens. Der Winter ist bedeutend milder¹³⁹⁾, die Sommerwärme nicht wesentlich geändert, aber die höchsten Anschwellungen des Bodens (57° N. B.) liegen einige Grade südlicher, als die Fjelde. In der Baumgrenze, die auch hier durch die Birke gebildet wird, zeigt sich der deprimirende Einfluss des Seeklimas ebenso stark, als am Folgefond, ausgedrückt, aber der Wald ist auf den Hochlanden zurückgedrängt, und daher schwanken die Angaben über die untere Grenze der alpinen Flora weit bedeutender, als in Skandinavien. In den nördlichsten Gegenden Schottlands sind die Gebirge grösstentheils kahl und mit Haide, mit *Calluna*, bewachsen: hier bestimmt die Schafzucht, da die Heerden das ganze Jahr hindurch die Weide benutzen können, den doch nur geringfügigen Werth des Bodens. Auf den unregelmässig geordneten Höhenzügen der Grampians (57°) und am kaledonischen Kanal, wo die alpine Region sich weitläufiger ausbreitet, reichen die Wälder, ebenfalls mit Haiden wechselnd, auch nur selten bis zu ihrer klimatischen Niveaugrenze, die man daher nur aus den Beobachtungen über das höchste Vorkommen der Birke (2500 Fuss) und der Kiefer (2100 Fuss) zu erkennen vermag. Die Anordnung dieser beiden Bäume aber entspricht durchaus den Verhältnissen Norwegens: nur die Fichte fehlt, die den britischen Inseln fremd geblieben ist. Nach Massgabe der Polhöhe zeigen die Grampians die vollkommenste Uebereinstimmung mit dem Folgefond in Hardanger: was in Norwegen als eine extreme Wirkung des Seeklimas erschien, wird in Schottland zur gesetzlichen, klimatischen Norm. Eigenthümlich ist sodann die Erscheinung, dass die *Calluna*, die den Wald gleichsam

verdrängt zu haben scheint, über die Baumgrenze hinaufrückt und von der Küste aus noch in die Region der alpinen Sträucher eintritt, bis auch hier, wie auf den Fjelden, über die Haide und die Zwergbirke hinaus die Vaccinien und Empetrum noch höher ansteigen. Da ferner der Waldschatten es ist, der die alpinen Stauden von den tieferen Regionen abscheidet, so lässt die offene Haide es zu, dass manche derselben in Schottland weit allgemeiner unter das Niveau der baumlosen Region herabsteigen, als dies anderswo der Fall ist.

Der Ural bildet vermöge seiner nördlichen Erstreckung bis zur Insel Waigatsch die einzige unmittelbare Verbindung der arktischen mit der alpinen Flora Europas. In der Nähe des Polarkreises¹⁴⁰⁾ liegt hier am Fusse des Gebirgs die aus Fichten (67°) und Lärchen (68°) gebildete Polargrenze des Waldes. Diesem Verhältniss entspricht es, dass auch in der Breite der norwegischen Fjelde (61°) die Waldregion um mehr als 600 Fuss tiefer liegt, als dort. Ja wir müssen, die Richtigkeit dieser von Kowalski herrührenden Messungen vorausgesetzt, die Depression der Baumgrenze des nördlichen Ural im Vergleich mit Skandinavien noch höher anschlagen, weil hier der am höchsten ansteigende Baum die Lärche ist, die, wo sie die Birke begleitet, gewöhnlich über diese und so auch über die Fichte hinausgeht. Dürfen wir diesen Unterschied im Niveau der Regionen nun zwar in erster Linie dem Golfstrom zuschreiben, der Skandinavien bevorzugt, so hat der Ural selbst doch auch an der Erscheinung seinen besonderen Antheil. Wild und felsig ist der arktische Theil des Gebirgs¹⁴⁰⁾, überall von Geröllen bedeckt und vegetationslos. Nur am Fusse der Berge zeigt sich die Vegetation der Tundren, dann folgen einförmig graue Trümmergefilde, eine Oede, wo nur Steinlichenen Gedeihen finden. Auf einem über 4000' hohen Gipfel (68°) schien dem Reisenden Schrenk alle Vegetation weithin erstorben, auch der Schnee fehlte, und nur in der Tiefe der Thäler liess sich hin und wieder verstreut ein bräunlich grüner Fleck, eine kümmerliche Oase des Pflanzenlebens entdecken. Auch in südlicheren Breiten, wo der Ural weithin von dichten Wäldern bedeckt ist, erscheint auf den höheren Gipfeln die alpine Region öde und mit Felsgeröllen bedeckt, wodurch denn auch hier der Baumwuchs zurückgedrängt wird, der daselbst nur an dem höchsten Gipfel, dem Iremel-Tau (56°) seine klimatische Grenze zu erreichen

scheint. Und doch verleihen die Thäler im nördlichen Ural den Bäumen einen grösseren Schutz, als die offene samojedische Tiefebene, wo die Nordgrenze des Waldes den Polarkreis nicht überall erreicht (66°), den sie im Gebirge um etwas überschreitet. Man sollte erwarten, dass der Ural, der meist nur einen einfachen Bergücken bildet oder aus wenigen, schmalen Parallelketten zusammengesetzt ist, im Ganzen betrachtet den deprimirenden oder elevirenden Einflüssen der plastischen Bodengestaltung und der Temperaturvariation weniger, als andere Gebirge, unterworfen wäre. Nicht die Masse des Felsgebäudes vermag die Regionen zu heben, nicht das Seeklima sie herabzudrücken, welches eben hier in das kontinentale Sibiriens übergeht. Dennoch verhalten sich die Niveaugrenzen im Norden und Süden entgegengesetzt. Im Bereiche Südeuropas werden wir Erscheinungen kennen lernen, welche zeigen, dass, wenn die Nähe des Meers die Regionen herabdrückt, das kontinentale Klima keineswegs in jedem Falle elevirend, sondern, über ein gewisses Mass gesteigert, ebenfalls deprimirend wirken kann. Je nachdem der Winter oder die Vegetationszeit auf bestimmte Gewächse den überwiegenden Einfluss äussert, ist die gesteigerte Temperaturvariation von entgegengesetzten Wirkungen begleitet. Wir besitzen aus dem südlichen Ural vom Iremel, wo die geognostischen Verhältnisse günstiger sind, als an anderen, waldloseren Nachbargipfeln, eine Beobachtung von Lessing über die Baumgrenze, welche gerade das Gegentheil von dem zeigt, was die Messungen Kowalski's im Norden ergeben. Die Baumgrenze erreicht daselbst (54°) die Höhe von 4000 Fuss, dasselbe Niveau, wie in den Sudeten, die vier Breitengrade südlicher liegen. Diese kontinentale Elevation ist um so entscheidender erwiesen, als in beiden Fällen die Fichte am höchsten von allen Bäumen ansteigt, am Iremel sogar höher, als die Birke. Die Erscheinung kann dadurch erklärt werden, dass die deprimirende Wirkung des Seeklimas in östlicher Richtung sich allmählig vermindert, bis sie am Ural ihr Ziel findet, so dass dessen Klima die Regionen überall auf ein höheres Niveau heben würde, als im übrigen Europa, wenn nicht der geognostische Bau des Gebirgs diese Vortheile in den meisten Fällen und namentlich im Norden wieder aufhöbe. Die alpine Flora des nördlichen Ural ist ebenso einförmig, wie dort: Schrenk sammelte daselbst gegen 100 Arten, von denen

die grosse Mehrzahl (70) zugleich in den arktischen Tundren gefunden wird.

Jenseits der sibirischen Tiefebene erhebt sich im Gebiete der Nadelhölzer der nördliche Theil des Stanowoi, der auch das Aldangebirge genannt wird, zu alpinen Höhen. Die Baumgrenze, welche daselbst durch die Lärche gebildet wird, scheint noch etwas höher zu liegen, als unter entsprechender Polhöhe am Ural. Die Sommerwärme¹⁴¹⁾ ist in Slatoust am Ural (55°) fast dieselbe, wie in Jakutsk (62°), das Klima daher auch am Stanowoi kontinentaler und der Winter ungleich strenger. Also auch hier, wie im südlichen Ural, ist die Baumgrenze durch das kontinentale Klima gehoben, und dies ist erklärlich, weil die Lärche ihre Vegetationszeit so ausserordentlich verkürzen kann und also viel weniger von der Winterkälte, als von der Sommerwärme beeinflusst wird. Die entgegengesetzten Wirkungen des kontinentalen Klimas können nur bei Gewächsen eintreten, die einer längeren Vegetationszeit bedürfen oder empfindlich gegen die Kälte sind und deshalb von der Dauer und Strenge des Winters leiden. Aber auch dadurch ist der Stanowoi günstiger gestellt, als der Iremel, dass die Baumgrenze durch die Lärche und nicht, wie am Ural, durch die Fichte gebildet wird, die nicht so hoch steigt, wie dies auch hier bei dem ersteren Baume möglich wäre. Die alpine Region des Stanowoi ist von einer Strauchform der Arve (*Pinus Cembra pumila*) bewachsen, die in den Gebirgen Ostsibiriens ziemlich verbreitet ist. So hat man¹⁴²⁾ auch in den Alpen beobachtet, dass die Arve daselbst über die Lärche noch hinausgeht.

Die verminderte Sommerwärme von Kamtschatka ruft endlich noch einmal die Erscheinung hervor, dass in der Nähe des Meers die Regionen sinken. Freilich ist der Unterschied in den Messungen nicht so bedeutend, als es der Fall sein würde, wenn nicht bei denselben einige Nebenumstände mitwirkten. Die Beobachtungen wurden von Erman an dem hohen Vulkan Kliutschewsk angestellt, dessen Kegel auf einer Hochfläche ruht, deren Relief den Baumwuchs zu fördern scheint. Sodann soll der am höchsten ansteigende Baum die nordische Erle (*Alnus incana*) sein, so dass eine sichere Vergleichung mit den Niveaugrenzen der sibirischen Nadelhölzer ausgeschlossen ist. Wollte man indessen ein Gewicht darauf legen, dass diese Erle

dasselbst über jenen Arvenstrauch hinausgeht¹⁴³), der im Stanowoi die alpine Region einnimmt, so würde die Depression der Grenzen in Kamtschatka nach Massgabe dieses letzteren höchst erheblich sein.

Zwischen Skandinavien und den Alpen, in der Nähe des 50. Parallelkreises, verdienen der Harz und die Sudeten, denen andere westliche und östliche Mittelgebirge sich anreihen, sodann die Karpaten, endlich der Altai und das Apfelgebirge zwischen dem Baikal und Amur einige nähere Erläuterung.

Harz [52⁰].¹⁴⁴)

Waldregion — 3200'.

Fichte (Baumgrenze) — 3200'.

Buche — 2000' [Thüringer Wald — 2300' ¹⁴⁵),
Hundsrück — 2500' ¹⁴⁶].

Alpine Region. 3200'—3500' (Brockengipfel).

Sudeten [Riesengebirge: 51⁰].¹⁴⁷)

Waldregion — 3600'.

Fichte (Baumgrenze) — 3600' (Gesenke — 4000').

Birke — 3900'.

Buche — 2000' [lokal — 3600' ¹⁴⁶].

Eiche — 1500'.

Alpine Region. 3600'—4930' (Gipfel der Schneekoppe).

Krummholz (*Pinus Mughus*) 3600'—4400'.

Böhmer Wald [49⁰].¹⁴⁸)

Waldregion — 4500'.

Fichte (Baumgrenze) — 4500'.

Buche und Edeltanne — 3600'.

Alpine Region. 4500'—4540' (Gipfel des Arber).

Tatra [Central-Karpaten: 49⁰].¹⁴⁹)

Waldregion — 4800'.¹⁴⁸)

Arve (*Pinus Cembra*) und Birke . . — 4500'.

Fichte (Grenze des dichten Waldes) } — 4600'.
Lärche }

Buche — 3100' (am Kriwan — 3900').

Alpine Region. 4500'—6900' (Schneegrenze, aber Schnee wegen Steilheit der Gipfel nicht haftend).

Krummholz. 4600'—6000' ¹⁵⁰).

Altai [50⁰] ¹⁵¹).

Waldregion	— 6000'	(Nordabhang: — 5500', Südabhang: — 6500').
Lärche und Arve (Baumgrenze)	— 6000'	
Birke	— 5000'	
Alpine Region.	6000'—8000'	(Schneelinie).

Sajan [östlicher Altai: 50⁰] ¹⁵²).

Waldregion	— 6850'	
Lärche (Baumgrenze)	— 6850'	
Birke	— 5400'	
Alpine Region.	6850'—9950'	(höchste Phanerogamen, wenig Schnee).
	Zwergbirke mit <i>Rhododendron parvifolium</i>	— 8250'.

Apfelgebirge [Jablonnoi, Fortsetzung des Stanowoi: 50⁰] ¹⁵²).

Waldregion	— 6100'	
Arve (Baumgrenze)	— 6100'	
Birke	— 5000'	(am Baikal — 3750').
Alpine Region.	6100'—7750'	(Gipfel des Sochonda).

Auch in diesen Parallelkreisen ist vom Harz bis zum Altai und darüber hinaus durch das Ansteigen der Vegetationsgrenzen bis zu mehr als dem doppelten Niveau der Gegensatz des See- und Kontinentalklimas ausgedrückt. Allein die Unterschiede zwischen dem Harz und den Sudeten, sowie zwischen diesen und den Central-Karpaten scheinen doch zu bedeutend zu sein, als dass sie unmittelbar aus diesem klimatischen Einflusse abgeleitet werden könnten. Denn am Fusse des Harzes und des Riesengebirgs ist die Sommerwärme wenig verschieden ¹⁵³), und doch heben sich in den Sudeten, wenn auch die Durchschnittsangaben nur um 400 Fuss von einander abweichen, unter günstigen, örtlichen Bedingungen dieselben Baumarten um mehr als das Dreifache dieses Werths, bei der Buche um 1600 Fuss. Am Harze erreichen, wie theils die Kulturversuche, theils die Verkümmernng der Bäume über einem gewissen Niveau beweisen, die Buche und die Fichte ihre klimatischen Höhengrenzen (2000 und 3200 Fuss), auf den Sudeten ist dies in der Regel nicht der Fall: Ratzeburg sah noch hochstämmige Buchen bei 3600 ¹⁴⁶), Wimmer Fichten bei 4000 ¹⁴⁷), Goeppert bei 4400 Fuss ¹⁴⁶). Der Harz aber theilt die Depression seiner Pflanzengrenzen mit den übrigen Bergzügen des westlichen Deutschlands, mit dem niederrheinischen

Schiefergebirge, auch noch mit dem Thüringer Walde. Die Sudeten bilden bereits den Uebergang zum Böhmer Wald und zu den Karpaten, an denen die Bäume noch viel höher ansteigen. Am Böhmer Wald entspricht das höhere Niveau der Waldgrenze seiner Lage zwischen den Sudeten und den Alpen. Ratzeburg hat die Meinung ausgesprochen, dass die Ursache in der verschiedenen Höhe und Bildungsweise der mitteldeutschen Gebirge liege, dass die westlicher gelegenen dem Walde über dem Niveau von 2000 Fuss nicht mehr hinreichenden Schutz gewähren¹⁵⁴). Ich möchte indessen bei meiner früher schon geäußerten Ansicht¹⁵⁵) stehen bleiben, dass der Unterschied der Höhengrenzen auf ähnlichen Ursachen beruhe, wie in Norwegen. Der Harz und die rheinischen Gebirge liegen dem Meere und dem herrschenden Nordwestwinde frei gegenüber und sind daher in höherem Grade geeignet, den Wasserdampf der Nordsee niederzuschlagen, als die so viel tiefer landeinwärts gelegenen Sudeten. Setzen wir voraus, wie die Besucher des Brockens im Sommer so häufig zu erfahren pflegen, dass die Wolkenbildungen daselbst in dieser Jahreszeit beträchtlicher sind, so wird auch die Sommerwärme in vertikalem Sinne rascher abnehmen und dadurch die Waldregion herabdrücken. Hiemit stimmen nun die Messungen des Brockenklimas¹⁵³) in sofern überein, als die Sommerwärme ($7^{\circ}, 2$) für ein Niveau von 3500 Fuss im Verhältniss zum Fusse des Gebirgs niedrig ist, während die Winterkälte nicht in gleichem Grade zunimmt. Leider besitzt man keine ähnliche Beobachtungen von den Höhenpunkten der Sudeten, wodurch erst der volle Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht zu liefern wäre. Ist sie begründet, so hätte man ein Recht, den Brocken, der etwa 35 g. Meilen von der Nordsee entfernt liegt, mit dem Folgefond, die doppelt so weit landeinwärts gelegene Schneekoppe mit den inneren Fjelden Norwegens zu vergleichen. Der Folgefond und der Gausta in Tellemarken verhalten sich in ihren Vegetationsgrenzen gerade so, wie der Harz und die Sudeten, aber da sie näher zusammenliegen und ihre klimatischen Bedingungen sich daher leichter unterscheiden lassen, so ist hier die Erscheinung aus dem mittelbaren Einflusse des Meers leichter abzuleiten. Sänke die Fichtengrenze von der nördlichen Schweiz (48°) bis zum Gausta (60°) gleichmässig mit der wachsenden Polhöhe herab, so müsste sie in der Breite des Harzes (52°) ein Niveau von 4500 Fuss erreichen,

und bei 4400' sah Goeppert in der That die höchsten Fichten des Riesengebirgs (51⁰).

Die Vegetation der Sudeten ist der der Central-Karpaten nahe verwandt, von denen sie nur durch den Thaleinschnitt der Jablunka getrennt werden. Um so merkwürdiger ist, wie plötzlich die Baumgrenze um etwa 1000 Fuss und in der alpinen Region das Krummholz am Tatra sogar um 1600 Fuss höher ansteigt. Allerdings nimmt von Schlesien bis zum Fusse der Karpaten¹⁵⁶⁾ die Sommerwärme nicht unerheblich zu und zugleich wird der Winter strenger. Aber von grösserer Bedeutung ist hier die plastische Bildung beider Gebirge. Der Tatra besteht aus einer gedrängten Gruppe von steilen, alpinen Gipfeln auf einer hochgelegenen, bewaldeten Grundfläche: die Masse der Bodenanschwellung, deren höchste Pässe beinahe die Schneelinie erreichen, ist es, welche hier eine langsamere Abnahme der Sommerwärme in vertikalem Sinne bewirken wird, als auf den schmalen Kämmen der Sudeten. Eigenthümlich ist das Verhalten der Buche, die in den Karpaten an der Elevation der Baumgrenzen keinen Theil hat. Sie steigt am Kriwan, dem westlichsten Hochgipfel der Tatra, wenig höher (3900 Fuss), als in gewissen Theilen des Riesengebirgs, im Innern jener alpinen Gruppe bleibt sie noch unter diesem Niveau zurück (— 3100 Fuss). Sie erleidet eine Depression, weil sie eine Verkürzung der Vegetationsperiode unter ein gewisses Mass nicht erträgt: es ist der erste Fall, dass ein kontinentaler werdendes Klima nicht durch die gesteigerte Sommerwärme, sondern durch die Dauer des Winters und also beschränkend auf das Gedeihen eines Baums einwirkt.

Die centralen Karpaten haben auch in sofern ein besonderes Interesse, als hier die Lärche und die Arve unter den Waldbäumen vertreten sind, wodurch eine unmittelbare Vergleichung mit den unter entsprechender Polhöhe gelegenen, sibirischen Gebirgen möglich wird, wo dieselben Bäume die Waldgrenze bilden. Das mittlere Niveau, zu welchem am Altai die Wälder sich heben, beträgt 6000 Fuss und liegt 1200 Fuss höher als die Arve, 1400 Fuss höher, als die Lärche auf dem Tatra ansteigt. Der westliche Altai erhebt sich frei aus dem Tieflande, die Erscheinung kann daher als ein einfacher Ausdruck der Wirkungen des Kontinentalklimas auf die Höhengrenzen dieser Bäume aufgefasst werden, die daselbst am höchsten

ansteigen und mit denen der Karpaten entweder identisch oder nur klimatisch verändert sind. Anders verhält sich der östliche Altai oder die Kette des Sajangebirgs, welche an die hohen Steppen Dauriens angrenzt und durch eine weitere Elevation der Lärchengrenze (— 6850 Fuss) den Plateaeinfluss dieser zum System der Gobi gehörigen Landschaften erkennen lässt, aus deren 2500—3000 Fuss hoher Grundflächê jener alpine Wall sich erhebt. Hier steigt die sibirische Varietät der Lärche an der Südseite des fast 11000 Fuss hohen und doch von Firn und Gletschern grossentheils entblössten Munku-Sardik 2250 Fuss höher an, als die europäische am Tatra. Jenseits des Baikal-Sees, wo diese Einflüsse des trockeneren Klimas auf die Sommerwärme aufhören, finden wir im Apfelgebirge auch die Arve wieder in fast ebenso tiefem Niveau, wie im östlichen Altai. Ein ähnliches Verhältniss zeigt sich auch bei der Birke, die im Sajan höher ansteigt und in den feuchten Umgebungen des Baikals die tiefste Depression erleidet.

Die Breitenzone der Alpen fällt am schwarzen Meere bereits in das Steppengebiet, und die Lage der Regionen, welche von der Auvergne bis Siebenbürgen der geographische Zusammenhang verbindet, ist von den Unterschieden des Klimas weniger, als von dem Bau der Gebirge abhängig.

Auvergne [45° N. B.]¹⁵⁷⁾.

Waldregion — 4600'.

Fichte (Baumgrenze) . . . — 4600'.

Edeltanne — 4500'.

Bergwiesen mit alpinen Bestandtheilen. 4600'—5800' (Gipfel).

Jura [47° N. B.]¹⁵⁸⁾.

Waldregion — 4600'.

Fichte und Edeltanne (Baumgrenze, aber geschlossener Wald nur 2150'—3400').

Buche — 2500'.

Weinkultur — 1700'.

Alpine Region. 4600'—5300' (Gipfel).

Vogesen [48° N. B.]¹⁵⁹⁾.

Waldregion — 4000'.

Alpine Region 4000'—4400' (Gipfel).

Schwarzwald [48° N. B.] ¹⁶⁰).

Waldregion — 4200'.

Alpine Region 4200'—4600' (Gipfel).

Nördliche Alpenkette [47—48° N. B.] ¹⁶¹).

Waldregion — 5500'.

Fichte (Baumgrenze) . . . — 5500'.

Buche — 4200'.

Getraidebau — 2700'.

Weinbau — 1500'.

Messungen aus den bayerischen Alpen ¹⁶²):

Arve — 5750'.

Lärche — 5600'.

Fichte — 5300'.

Edeltanne — 4600'.

Buche — 4400'.

Alpine Region. 5500—8200' (Schneelinie).

Alpine Sträucher — 7000' ¹⁶³).Krummholz u. *Alnus viridis* — 6300'.{ *Rhododendron ferrugineum* . . . — 6250' ¹⁶²).{ *Rhodod. hirsutum* — 7500'.

Vaccinien — 7000'.

Alpine Stauden — 8200'.

Zwergweiden — 7800'.

Centrale Alpenkette [46—47° N. B.] ¹⁶¹).

Waldregion — 6000'.

Fichte (Baumgrenze) . . . — 6000'.

Buche — 3900'.

Getraidebau — 4000'.

Weinbau — 1800'.

Messungen im Engadin und in den penninischen Alpen:

Arve u. Lärche (Baumgrenze) — 6500' [lokal über 7000' ¹⁶⁴].

Fichte — 6100' (lokal — 6600').

Buche — 4800'.

Getraidebau — 4700' (lokal — 6100' s. u.).

Weinbau — 2750'.

Messungen aus den Salzburger Tauern ¹⁶⁵):

Arve und Lärche — 6000'.

Fichte — 5000'.

Edeltanne — 4000'.

Alpine Region. 6000—8400' [Schneelinie: in den penninischen Alpen erst bei 9300' ¹⁶¹].

Südliche Alpenkette. (Schneelinie 8600' nach Schlagintweit).

Dauphiné [45° N. B.]¹⁶⁶).

Waldregion. Baumgrenze schwankend zwischen 5200' und 7700'.

Arve und Lärche (Baumgrenze: lokal — 7700').

Fichte . . . (Baumgrenze: lokal — 5800').

Edeltanne (Obere Grenze schwankend zwischen 5000' u. 6300').

Buche — 4500'.

Alpine Region. 5800' (7700') — Schneelinie.

Rhododendron — 7400'.

Dolomitalpen in Südtirol [46° N. B.]¹⁶⁷).

Waldregion — 6700' (Geschlossener Wald — 5500', darüber Krummholz mit einzelnen Lärchen und Fichten).

Arve (Baumgrenze) . . . — 6700'.

Buche — 5000'.

Weinbau — 1500'.

Alpine Region. 6700' — Schneelinie.

Illyrische Karst-Alpen [46° N. B.]¹⁶⁸).

Waldregion — 4700'.

Buche (Baumgrenze) . . . — 4700'.

Cerris-Eiche — 2000'.

Alpine Region. 4700' — Gipfel.

Krummholz — 6000'.

Dinarische Alpen in Bosnien [44° N. B.]¹⁶⁹).

Waldregion — 5000'.

Fichte (Baumgrenze) . . . — 5000'.

Buche — 4000'.

Alpine Region. 5000—5500' (Gipfel des Vlassich).

Siebenbürgische Karpaten [45—46° N. B.]¹⁷⁰).

Waldregion — 5600'.

Fichte (Baumgrenze) . . . — 5600'.

Buche — 4000'.

Alpine Region. 5600—7900' (Gipfel).

Krummholz — 6300'.

Alpine Stauden — 7900'.

Um in den Alpen die Höhenstellung der Regionen würdigen zu können, müssen wir uns ihre orographische Gestaltung vergegenwärtigen, die auch für die Anordnung der einzelnen Arten, insofern sie ihre Wanderung erschwert, von überwiegender Bedeutung ist.

Zunächst pflegt man drei Hauptketten zu unterscheiden, die durch Reihen von grossen Längsthälern gesondert werden, und von denen die mittlere vorherrschend aus krystallinischen Schieferen, die nördliche und südliche grossentheils aus Kalkgesteinen gebildet sind. Allein diese Ketten bestehen eigentlich nur aus Gruppen von zusammengedrängten, alpinen Gipfeln und Alpenhörnern, deren Axenrichtung ungleich ist, und die durch Pässe oft kaum von der halben Höhe des Hauptkamms oder zuweilen durch noch viel tiefer einschneidende Thäler von einander geschieden werden. Diese absondernde Anordnung der alpinen Gebirgsgruppen setzte in jeder Richtung der Verbreitung der Pflanzen gewisse Hindernisse entgegen, ebenso die Verschiedenheit des geognostischen Substrats dem Uebergang von einer Hauptkette zur andern. In den centralen Schieferalpen ist die Bodenanschwellung verhältnissmässig am bedeutendsten, und da auch ihre Thalsohlen höher liegen und die Neigung der Abhänge minder steil zu sein pflegt, so sind hier günstigere Bedingungen für die Erwärmung durch die Sonne gegeben, die Regionen liegen daher in einem höheren Niveau, als in den schrofferen Kalkalpen. Zwar kommen der südlichen Kette durch die südlichere Lage und durch den Schutz, den die vorliegende Centralkette gegen nördliche Luftströmungen gewährt, ähnliche Vortheile zu Gute, die jedoch mehr auf die tief gelegenen Ausgangsthäler, als auf die Höhengrenzen der Vegetation einwirken. Von diesen letzteren sind, da die westlichen und östlichen Gebirgstheile sich sehr ungleich verhalten, die Durchschnittswerthe schwierig anzugeben, und, wenn es versucht würde, läge das mittlere Niveau der Regionen doch kaum so hoch, als in den höchsten Erhebungen der Centralkette. Diese Ungleichheit beruht auf der mannigfaltigeren geognostischen Zusammensetzung und auf der im Osten hervortretenden Eigenthümlichkeit des Karstplateaus, aus welchem die Hochgipfel nur vereinzelt sich erheben, aber noch verwickelter wird das Verhältniss der drei Hauptketten durch die an beiden Endpunkten ihrer westöstlichen Erstreckung erfolgende Richtungsänderung, wodurch der Gebirgszug der Alpen in einer fast symmetrischen Kurve die norditalienische Ebene und das adriatische Meer umspannt. Da jedoch sowohl im Dauphiné, wie in Croatien die dreigliedrige Anordnung der Hauptketten in einfachere, wiewohl unregelmässige Bildungen übergeht,

so kann man diese südwärts gelegenen Schenkel des Systems als einen Theil der südlichen Alpen auffassen, der durch seine in das eigentliche Mediterrangebiet vorspringende Stellung von dem westöstlichen Hauptzuge sich unterscheidet. Es ist bemerkenswerth, dass die Biegung der Centalkette zum Dauphiné von der Gruppe des Montblanc ausgeht, die nicht bloss die höchste, sondern auch die dem Jura am meisten genäherte ist, als ob die grösste Kraft sich da erwiesen hätte, wo sie gebrochen ward, als ob eine schon von einer früheren geologischen Periode her bestehende Belastung der Erdrinde ein Gegengewicht gegen den Hebungsact auszutüben und die westöstliche Axe der penninischen in die südliche Richtung der grajischen und cottischen Alpen hinüberzuführen vermocht hätte. Diese Vorstellungsweise findet darin eine gewisse Berechtigung, dass der Jura erst in der Grande Chartreuse mit den westlichsten Vorbergen der Alpen des Dauphiné unter spitzem Winkel zusammenhängt, ein Verhältniss, welches für die Vegetation jenes Gebirgs von besonderer Bedeutung ist, indem die Einwanderung der Alpenpflanzen auf dasselbe nicht von der Schweiz, sondern von diesem südlichen Verbindungspunkte aus erfolgt zu sein scheint.

Die höhere Lage der Regionen in der Centalkette im Verhältniss zu den nördlichen Kalkalpen ist zwar eine allgemeine Erscheinung, aber sie tritt um so bedeutender hervor, je mehr in der Richtung von Osten nach Westen die Höhe der Alpen zunimmt. Die Erhebung der Baumgrenze im Engadin, dem Hochlande des oberen Inn, wo sie zuerst von Kasthofer nachgewiesen wurde, ist später¹⁶⁴⁾ von Heer und Mohl bestätigt und in anderen Theilen der höchsten Alpen in der Schweiz und Savoyen erkannt worden. Der Unterschied ist übrigens im Engadin für Bäume gleicher Art auf kaum 600 Fuss anzuschlagen, aber da die Lärche und die Arve höher ansteigen, als die Fichte, und da jene beiden Nadelhölzer im oberen Innthale allgemeiner auftreten, so erstrecken sich die Wälder daselbst um 1000 Fuss höher, als in der nördlichen Schweiz. Da ferner die Insolation nach der Exposition der Abhänge ungemein grosse Schwankungen in den Niveaugrenzen herbeiführt, so trifft man Bäume an einzelnen Oertlichkeiten noch viel höher aufwärts [in der Nähe des Wormser Jochs die Lärche bis 7150', die Arve bis 7280'¹⁶⁴⁾]. Mit den Bäumen hebt sich auch die Schneelinie und

die Kultur der Cerealien erreicht in den penninischen Alpen zuweilen ein so beträchtliches Niveau, dass dasselbe nur aus örtlichen Einflüssen in den von Nord nach Süd gerichteten Thälern zu erklären ist [Weizen bis 5400', Gerste bis 6100' ¹⁷¹⁾]. Das klimatische Verhältniss der nördlichen Kalkalpen zu der Centralkette wurde von Schlagintweit ¹⁶¹⁾ glücklich aufgefasst, indem er die vereinzelt, zerrissenen, durch jähe Abgründe geschiedenen Gipfel der ersteren, die von der Sonne weniger erwärmt werden, der massenhaften Wölbung der letzteren gegenüberstellt, wo die hohe Lage der Thäler sich dem Charakter des Tafellandes annähert.

In dem grösseren Theile der südlichen Alpenkette, von Piemont bis zu den Dolomitalpen Illyriens herrschen die schroffen Formen des Kalkgesteins, aber das Niveau der Regionen verhält sich ähnlich, wie in der höheren, centralen Hebungslinie. Hier werden durch die geographische Lage die Nachtheile der plastischen Gestaltung ausgeglichen. Im Dauphiné, wo der Hauptkamm an die Ostseite des Systems rückt und sich unmittelbar aus der piemontesischen Ebene erhebt, indem sich westwärts sodann andere, nicht minder hohe Gebirgsgruppen unregelmässig an denselben anreihen, bemerkt man eine Depression der Regionen auf den äussersten, dem Rhonethale zugewendeten Alpen. Die westliche Gruppe der Grande Chartreuse ist mit den nördlichen Kalkalpen, der östliche Kamm des Monte Viso mit den südlichen zusammenzustellen. Indessen sind es diese französischen Alpen, wo durch den Einfluss des wärmeren Klimas, den Wechsel der Exposition und dadurch, dass die Wälder meist zurückgedrängt und verwüstet sind, die Schwankungen im Niveau der Baumgrenzen den grössten Umfang erreichen: hier wurden Lärchen und Arven in Höhen beobachtet, wie nirgendwo anders in den Alpen (— 7700 Fuss), wogegen die Fichte an dem steilen Eckpfeiler der Grande Chartreuse (— 5500 Fuss) noch unter dem Niveau zurückbleibt, welches sie in der Centralkette zu erreichen pflegt. Eine noch beträchtlichere Depression erleidet die Baumgrenze in der östlichen Gliederung des illyrischen Karst, dessen Hochebene die Nachtheile nicht zu ersetzen vermag, welche von der geringeren Höhe der Gipfel, der ungünstigen Beschaffenheit des Bodens und von dem Einflusse des adriatischen Meers abzuleiten sind, zu dessen Tiefe die Bora, als ein gewaltiger Nordwind, hinabweht. Aber die Beschrän-

kung des Waldes wird noch dadurch erhöht, dass der Gürtel der Nadelhölzer sich nicht allgemeiner entwickelt und die Baumgrenze alsdann durch die Buche gebildet wird. Indessen scheint selbst in dem südlichsten Theil der dinarischen Alpen, in Bosnien, die Fichte nicht so hoch zu steigen (— 5000 Fuss), wie es in dieser Breite bei grösserer Gebirgshöhe der Fall sein möchte.

Eigenthümliche Abweichungen von der gesetzmässigen Anordnung der Regionen zeigen gewisse Bäume, die in den südlichen Alpen nicht so hoch ansteigen, als ihre, aus anderen Gegenden abgeleitete klimatische Sphäre zu fordern scheint. Das merkwürdigste Beispiel bietet die Fichte dar, die in den nördlichen Kalkalpen gegen 1000 Fuss höher ansteigt, als die Edeltanne, im Dauphiné dagegen nicht über sie hinausreicht. Hier stehen wir bei einer Erscheinung, die nicht genügend aus dem Umstande zu erklären ist, dass die Fichte, ohne weiter in die Gebirge Italiens einzutreten, bereits in den südlichen Alpen zu ihrer aequatorialen Grenzlinie gelangt und also vielleicht hier nicht mehr in gleichem Umfange, wie weiter nordwärts, die Bedingungen ihres Gedeihens fände. Es müsste ein Einfluss ermittelt werden, der in Südeuropa der Fichte nachtheilig und der Edeltanne vortheilhaft sein könnte, und, wenn ein solcher aus dem physiologischen Verhalten beider Bäume sich nicht ergeben sollte, würde man bei dem Gesichtspunkte einer unvollendeten Einwanderung aus dem Norden stehen bleiben. Dabei aber ist wiederum nicht einzusehen, weshalb die Fichte, von der Centalkette zu den südlichen Alpen fortschreitend, nicht in entsprechendem Niveau sich auch weiterhin sollte angesiedelt haben. Im Abschnitt über das Mediterrangebiet wird gezeigt werden, dass die dortigen Gebirge über dem Niveau von 6000 Fuss zu trocken sind, um Wald zu erzeugen, und dieses Verhältniss macht sich auch in manchen Gegenden der südlichen Alpen und namentlich im Dauphiné geltend. Die Fichte gehört unstreitig zu den Bäumen, die einer starken Befeuchtung des Bodens bedürfen, weshalb auch so reiche Moospolster in ihrem Schatten sich zu entwickeln pflegen. Sollte hierin nicht die Ursache liegen, dass die Wanderung des Baums nach Süden auf den Alpen eine Schranke gefunden hat, während die Edeltanne, eben weil sie ihrer Temperatursphäre nach in ein tieferes Niveau gehört, bei gleichen Ansprüchen an Feuchtigkeit sich in die Gebirge des Mediterrangebiets verbreiten konnte, wo sie

noch in die Wolkenregion gleichsam eintaucht? Ist diese Auffassung begründet, so wären örtliche Ausnahmen zu erwarten, wo die grössere Höhe eines Berggipfels, die Befeuchtung des Bodens durch Schneewasser die Fichte auch an ihrer Südgrenze in ein höheres Niveau hinaufrückt. Von einem Punkte ist in der That ein solcher Ausnahmefall nachzuweisen, von dem Canigou in den östlichen Pyrenäen, wo die Fichte (— 7430 Fuss) bei Weitem höher ansteigt, als die Edeltanne (— 6000 Fuss), wiewohl sie auch auf diesem Gebirge ihre Aequatorialgrenze erreicht. Aehnlich wie mit der Fichte mag es sich auch mit der Arve verhalten, von welcher beobachtet worden ist¹⁷²⁾, dass sie häufig an Nordgehängen höher ansteigt, als bei südlicher Exposition. Aber auch die Buche reicht in den nördlichen Kalkalpen in ein etwas höheres Niveau, und hier scheint ein anderer, ein thermischer Zusammenhang zu Grunde zu liegen: es ist eine neue Andeutung des bei den Karpaten erwähnten Verhältnisses, dass die Masse der Bodenanschwellung, also die Hochfläche, insofern sie den Eigenschaften des kontinentalen Klimas sich nähert, durch die längere Dauer ihres Winters auf solche Bäume, die eine Verkürzung der Vegetationszeit nicht ertragen, nicht wie sonst elevirend, sondern deprimirend einwirkt.

Betrachten wir die Physiognomie der Alpen in ihrer Beziehung zu den Hilfsquellen, die sie der Volkswirtschaft darbieten, so können anderen Hochgebirgen gegenüber manche grosse Vorzüge nicht verkannt werden, die nicht bloss der Wohlfahrt der Bewohner zur Stütze dienen, sondern sie zugleich an die landschaftliche Grösse und Schönheit ihrer Heimath fesseln. Die angemessene Vertheilung und Lage der Thäler, die sparsame Schonung der abgelagerten Erdkrumen und selbst die Ausbreitung der Schneemassen sind hier in Betracht zu ziehen. In allem Diesen liegt ein Ebenmass, eine Vollendung, die vielleicht in keinem anderen alpinen Gebirge erreicht wird und die Pracht der Alpennatur hoch über die gewaltigen Massenbildungen des Himalaja und auch des Kaukasus erhebt. Oft spricht man nur von den Schrecken des Hochgebirgs, den Gletschern, die den fruchtbaren Boden verkümmern, den Lawinen und Geröllstürzen, die alles Werthvolle vernichten, von der Verheerung durch die Ströme, der Einengung des Kulturbodens durch den übermässigen Umfang der Höhen, aber darüber soll man nicht vergessen, was die

Natur auch unter solchen Bedingungen zu gewähren vermag. Segen spendend wirken die Gebirge nicht bloss in die Ferne, indem sie die Wolken verdichten, über das Tiefland die Flüsse nach den Thälern abgesondert vertheilen, als unerschöpfliche Speicher aus ihren Quellenursprüngen dem Pflanzenleben die mineralischen Nahrungsstoffe zuführen und im Bereiche des fliessenden Wassers die Oberfläche des Erdbodens stetig erneuern, sondern durch ihre Wälder, ihre Bergwiesen und Alpenmatten besitzen sie auch im eigenen Haushalte ihrer Natur eigenthümliche Grundlagen menschlicher Thätigkeit. Nirgends aber sind diese Gaben des Hochgebirgs auf eine angemessenere Weise vertheilt, als in einem grossen Theile der Alpen, nirgends in Europa bieten die alpinen Matten den Heerden eine reichere Sommerfrische, der die in den Waldgürtel hinabreichenden Bergwiesen noch eine herbstliche Nachhut folgen lassen. Zuweilen sind, wie auf der Seisser Alp bei Botzen, die Böschungen der alpinen Region so weit ausgebreitet, dass Hunderte von Sennhütten Raum finden. Zugleich aber ist die reiche Gliederung der Thäler, die in die einzelnen Gruppen der alpinen Gipfel oft so tief eingreift, durch ihren Umfang und durch die zu Terrassen abgestufte Grundfläche, welche das fruchtbare Erdreich zurückhalten, genügend, einen mässigen Ackerbau zu begründen und die Heerden den Winter hindurch zu ernähren. Und so kann die Viehzucht, die Milchwirtschaft sich in einem richtigen Verhältniss zu der Grösse der Alpenmatten entwickeln, die von der Waldgrenze bis zur Linie des ewigen Schnees gleichartiger, als auf den Fjelden des skandinavischen Nordens bewachsen sind. Denn auf die mannigfaltigste Weise, durch angemessene Neigung des Bodens, durch den Schutz des Waldgürtels, durch Seen, in denen das Wasser sich beruhigt, scheint die Natur bestrebt, den zerstörenden Kräften der hinabstürzenden Fluthen entgegen zu wirken und die aus der Verwitterung des Gesteins hervorgehenden Erdkrumen zu sammeln. Die Feuchtigkeit, welche um so reichlicher den Boden trinkt, je grösser der Umfang des Firns über der Schneelinie ist, hat Zeit, an den sanften Wölbungen zwischen den Hochthälern sich hinlänglich zu erwärmen, während die Thalgründe selbst sich mit Gletschern füllen und im Inneren derselben das Uebermass des Wassers aufnehmen, wo es zugleich durch die Last des gleitenden Eises mit fein zerriebenen, die Fruchtbarkeit erhöhenden Schlammtheilen

bereichert wird. Aber zwischen dem, wodurch die organische Natur gestützt, und wodurch sie gehemmt wird, ist ein unendlicher Wechsel der Beziehungen geboten, und diese Individualisirung der Thäler und Gebirgsgruppen nach ihrer Lage, ihrer Grösse, ihrer Neigung und ihren Felsgebilden steigert den Reiz der Alpenlandschaft, der, wo man ihn auch genießt, immer wieder neue, farbenreiche Bilder liefert. Es wäre vergeblich, einzelne Abschnitte des Gebirgs, wie sie schon durch den verschiedenen Charakter seiner Bewohner angedeutet sind, nach Massgabe der gebotenen natürlichen Hilfsquellen zu unterscheiden: nur ganz im Allgemeinen lässt sich vielleicht behaupten, dass die südlichen Alpen weniger, als die nördlichen, begünstigt sind, und dass beide Seitenketten von der mittleren übertroffen werden, wengleich auch sie, da wo sie am höchsten gehoben ist, im Wallis und in Savoyen, gegen Tirol und Oesterreich weit zurücksteht.

Begleiten wir die einzelnen Regionen von der Schneelinie bis zum Fusse der Alpen, so erscheint die grosse vertikale Ausdehnung der Alpenmatten und ihr Pflanzenreichthum zunächst bemerkenswerth. Die alpinen Stauden mit dem sie begleitenden Grasrasen, die auf den Firninseln noch über die Schneegrenze hinausgehen, gedeihen, wenn auch nach den Arten wechselnd, abwärts in der Region der Sträucher bis zum oberen Saume des Waldes, und steigen auf den Geröllablagerungen der Thäler vielfach noch viel tiefer hinab, während sie von den Bergwiesen der unteren Gehänge grösstentheils ausgeschlossen sind. Schon diese grossen Niveauabstände sind eine Ursache der hohen Mannigfaltigkeit in den Bestandtheilen der Vegetation. Hier wird der Pflanzenfreund durch den anmuthigsten Blüthenschmuck, durch die reichste Ausbeute erfreut: es ist auf fruchtbaren, wohl befeuchteten Alpen, wie auf dem Fimberjoch in Tirol oder der Pasterze am Glockner, nicht schwierig, mehrere Hundert verschiedener Arten von Gewächsen einzusammeln. Die Form der Stauden und ihre Anordnung im Gramineenrasen entspricht in den höheren Lagen den Verhältnissen der arktischen Flora und geht abwärts allmählig in den höheren Wuchs der Aconitenregion an der Baumgrenze über. Der Gürtel von kryptogamischen Gewächsen an der Schneelinie fehlt, weil, wie schon bemerkt wurde, im Sommer die Masse des durch das Schmelzen des Firns gebildeten Wassers in

den Gletschern und Thalgründen gesammelt wird und derjenige Antheil, der den Humus der Gehänge trinkt, während seiner langsamen Bewegung sich hinreichend zu erwärmen Zeit hat, um der phanogamischen Vegetation bis zum Saume des Schnees und Eises das Gedeihen zu sichern. Ebenso fehlen nach dem Typus der Bergformen die Bedingungen zur Versumpfung des Bodens und die Sträucher ziehen sich grossentheils an das Ufer der Bäche zurück. Uebrigens richtet sich die Grösse der Holzgewächse ebenso, wie die der Stauden, nach der mit der Höhe des Niveaus abnehmenden Vegetationszeit. Die alpinen Rhododendren, die Alpenrosen, bei denen eine Fülle rother Blumen in dem dunklen Grün der gedrängten, immergrünen Blätter prangt, bilden, in den östlichen Alpen mit dem karpatischen Krummholz verbunden, den unteren Gürtel der Sträucher, steigen aber auch mit dem Wasser in die Thäler hinab. Weiter aufwärts sind unter den kleineren Sträuchern auch die Vaccinien und die Zwergweiden des Nordens vertreten, und zuletzt bleiben nur noch die Stauden und Gräser übrig.

In der Waldregion ist der obere Nadelholzgürtel von dem abwärts folgenden Laubholz und namentlich der Buche durch eine regelmässige Abstufung geschieden. Nicht als ob die Fichte den unteren Abhängen fremd wäre, die vielmehr auf den Hochflächen am Fusse der nördlichen Alpen noch ebenso wohl gedeiht, aber von den oberen Wäldern ist das Laubholz ausgeschlossen. In den südlichen Alpen ist der Buchengürtel noch bestimmter als untere Waldregion zu unterscheiden oder bildet, wenn die Nadelhölzer fehlen, einen Uebergang zu den Regionen des Apennin, wo derselbe an die Baumgrenze hinaufreicht. In den Thälern endlich, die nach Italien und Frankreich führen, tritt man zuletzt, ehe die Ebene erreicht ist, noch in den Gürtel des Kastanienwaldes ein, der allmählig andere, südliche Pflanzenformen aufnimmt, die unter dem Schutz der Felswände, in dem warmen Klima der dem Nordwinde entzogenen Gründe nicht bloss den Saum des Gebirgs schmücken, sondern auch tief in das Innere dessen Ströme aufwärts begleiten, einzelne von ihnen die Etsch bis Botzen, das Rhone-Ufer bis ins Wallis. So wird der Eintritt in das Mediterrangebiet durch anziehende Uebergänge vorbereitet, bald durch die Wälder, wenn sie, wie im Isonzo-Thal, sich ungestörter erhalten haben, bald durch die Kultur südlicher Pflanzen, die

an den lombardischen Seen so plötzlich ihren Boden findet, und so treten dem in Italien Einziehenden überraschende Eindrücke entgegen, die mehr versprechen, als in weiterem Abstände vom Fusse der Alpen das Klima der Halbinsel zu leisten vermag.

Vergleichen wir die Regionen der Alpen mit denen der benachbarten Gebirge, so ergibt sich, dass die Wälder auch in der nördlichen Kette bedeutend höher (— 5500 Fuss) ansteigen, als auf den niedrigeren Höhenzügen, die westlicher gelegen sind. In der Auvergne und im Schweizer Jura, wo der Unterschied gegen 900 Fuss beträgt, hat dies indessen nur darin seinen Grund, dass, wie in den südlichen Alpen, die Fichte über den Gürtel der Edeltanne kaum hinausreicht, da diese Gebirge der Befeuchtung aus dem Firn entbehren und ihre Höhen zum Wiesenboden geeigneter sind, als zur Walderzeugung. Beide Gebirge haben das Gemeinsame, dass bis zu ihrem Fuss manche südliche Pflanzen anzutreffen sind und dem Klima der französischen Alpen in dieser Beziehung sich annähern. Allein abweichend in ihrer geognostischen Bildung zeichnet sich die vulkanische Auvergne durch ausgedehnte Bergwiesen aus, die, arm an alpinen Bestandtheilen, zu den ähnlichen Formationen auf gleichartigem Boden in Deutschland, zu den Basalten der Rhön manche Anknüpfungspunkte auch in ihrer Vegetation zeigen. Der Jura hingegen mit seinen Kalkgesteinen, an seinem Fuss von dem Buxusgesträuch der Kastanienzone umgürtet, besitzt eine alpine Region, die auch nach Massgabe der Bodenverhältnisse sich leicht mit der Flora des Dauphiné verbinden konnte ¹¹⁹⁾.

Ganz anders ist das Verhältniss der Vogesen und des Schwarzwaldes zu den nördlichen Alpen aufzufassen. Indem die Baumgrenze noch tiefer herabsinkt, finden sich auch hier, wiewohl die Gipfel minder hoch sind, die Spuren einer alpinen Region, noch deutlicher, als am Harz. Da die höchsten Erhebungen dieser Gebirge fast unter gleicher Breite mit den nördlichsten Alpen Bayerns und Oesterreichs liegen und doch der Wald 1100 bis 1300 Fuss tiefer als dort aufhört, so entsteht die Frage, ob diese Erscheinung nur der grösseren Höhe der Alpen zuzuschreiben sei. Allein die schroffen Kalkalpen sind wenig geeignet, durch ihre Masse zu wirken, und ein viel intensiverer Einfluss dürfte darin bestehen, dass dieselben aus der bayerischen Hochebene aufsteigen, die, gegen 1500 Fuss hoch

gelegen, jenen Unterschied der Baumgrenzen nahezu ausgleicht, indem die Vogesen und der Schwarzwald unmittelbar aus dem so viel tieferen Thaleinschnitt des Rheins (300 Fuss) sich erheben. Die Sommerwärme von München und Augsburg ist in der That nur um nicht ganz anderthalb Grade niedriger, als die von Karlsruhe¹⁷³). Diese Verbindung der nördlichen Kalkalpen mit einer Plateaulandschaft giebt auch einen neuen Aufschluss über ihr Verhältniss zu der südlichen Kette, die an das tiefe Niveau der lombardischen Ebene angrenzt. Die Vegetationsgrenzen und ebenso die Schneelinie sind in den nördlichen Alpen durch den Einfluss der bayerischen Hochebene über die Norm elevirt, und daher ist ihr Unterschied von der solchen Einwirkungen entzogenen südlichen Kette geringer, als er sein würde, wenn nur die geographische Breite und die geschütztere Lage allein in Betracht gezogen würden.

Diese Auffassung findet endlich auch eine, wiewohl beschränktere Anwendung auf die Vegetationsgrenzen in den südlichen Karpaten. Obwohl die so viel östlichere Lage eine Elevation erwarten liesse, finden wir daselbst die Höhengrenzen der Fichte und der Buche fast in demselben Niveau, wie in den nördlichen Kalkalpen. Das kontinentalere Klima sollte diese Grenzen erhöhen, wie im Tatra, aber, aus dem tiefen Thale der Donau ansteigend, verhalten sich die Karpaten des Banats ähnlich, wie die südlichen Alpen. An der Nordseite hingegen grenzen sie ebenfalls an die Hochfläche Siebenbürgens (1200 Fuss), die wenig niedriger ist, als die bayerische, und hier möchte die klimatische Höhengrenze von der Fichte kaum erreicht werden, weil das Gebirge (gegen 8000 Fuss hoch), von Firn und Gletschern frei, oberhalb des Waldgürtels die hinlängliche Feuchtigkeit nicht darbietet. Der Buchenwald aber hält sich wegen der Dauer des Winters ebenfalls in einem tieferen Niveau und wird aus dieser Ursache vom Kriwan im Tatra bis nach Bosnien unter gleichem Meridian, aber fünf Breitengrade hindurch, fast an derselben Höhengrenze zurückgehalten. Die alpine Region der Karpaten ist, wie am Tatra, so auch auf dem breiten Gebirgswall, der Siebenbürgen von der Wallachei trennt, am reichsten entwickelt und steht hier an Mannigfaltigkeit der Arten den Alpen nur wenig nach, obgleich durch die mächtige Ausbreitung des den Boden bedeckenden Krummholzes die Räumlichkeiten beschränkt sind, die den Stauden

und Gräsern übrig bleiben. Aber auch nach ihrem orographischen Bau lassen sich die natürlichen Hilfsquellen der südlichen Karpaten mit den Alpen nicht entfernt vergleichen und werden selbst vom Tatra übertroffen, der durch seine Thalgliederung bevorzugt ist. Die Thäler der Karpaten Siebenbürgens sind eng, durch die sich selbst überlassene Bewaldung fast unzugänglich und grossentheils unbewohnt, die Sennwirthschaft daher wenig ausgebildet. Durch die Einsamkeit der Wälder, den Mangel an Ansiedelungen und durch die Seltenheit leichter Verbindungen über den doch vielfach gegliederten und wohl zehn g. Meilen breiten Gebirgstrücken wird das deutsche Leben der siebenbürgischen Sachsen von der dem Orient bereits verwandteren Bevölkerung der Donaufürstenthümer abgesondert, deren Eindringen es demohngeachtet keine hinreichende Widerstandskraft entgegensetzt.

Endlich haben wir mit den Alpen noch die Pyrenäen zu vergleichen.

Centrale Pyrenäen [42—43° N. B.] ¹⁷⁴).

Waldregion — 7200'.

Kiefer (Baumgrenze)	— 7200'.
Fichte	— 6000'.
Buche	— 5700' (?).
<i>Pinus uncinata</i>	— 5400' ¹⁷⁵).
Getraidebau	— 4200'.

Alpine Region. 7200'—8400' (Schneelinie).

Westliche und cantabrische Pyrenäen [43° N. B.] ¹⁷⁵).

Edeltanne (Navarra)	— 6000'.
Buche	— 4500'.
<i>Quercus Toza</i>	— 3000'.
Kastanie	— 2500'.

Weit schärfer, als durch die Alpen, wird die mitteleuropäische von der Mediterranflora durch die Pyrenäen abgesondert. Denn während die lombardische Ebene ein Uebergangsgebiet bildet, dessen Klima von dem eigentlich südeuropäischen in den wesentlichsten Beziehungen zu dem Pflanzenleben abweicht, ist durch den Hauptkamm der Pyrenäen die französische von der spanischen Vegetation auf das Bestimmteste geschieden, und diese schroffe Trennung lässt sich westwärts, wo die Hebungsaxe in die cantabrische Kette übergeht, bis zu

deren Endpunkte in Galicien nachweisen. Nur die Ostpyrenäen, die bis zu dem Gebirgsknoten, der sie mit den Cevennen verbindet, an beiden Abhängen der Mediterranflora angehören, bieten der Vermischung der Pflanzenarten kein erhebliches Hinderniss: hier ist die Vegetation der warmen Region durch die Küste, die des Gebirgsklimas durch das Hochthal der Cerdagne gleichsam zu einer Einheit verschmolzen. Nach ihrem orographischen Bau sind indessen die östlichen von den centralen Pyrenäen wenig verschieden, wogegen das Gebirge im Westen an Höhe bedeutend abnimmt und nun auch die Flora einen veränderten Charakter zeigt. So zerfällt dasselbe in der Richtung von Osten nach Westen in drei natürliche Abschnitte, von denen der erste durch sein Klima, die beiden anderen durch ihre Bodengestaltung sich unterscheiden, aber nur die nördliche Abdachung dieser letzteren steht mit den übrigen Gebirgen unseres Gebiets in Verwandtschaft. Ueber die Regionen der westlichen Pyrenäen sind die Nachrichten bis jetzt noch ungenügend; um so mehr ist seit Ramond's Zeiten geleistet worden, den centralen Theil der französischen Gebirgseite mit den Alpen zu vergleichen. Man hat die grössere Einfachheit und den geschlosseneren, durch höhere Lage der Pässe ausgedrückten Zusammenhang der Hauptkette als charakteristisch hervorgehoben, aber eine andere Eigenthümlichkeit weniger beachtet, die den östlichen und centralen Pyrenäen gemeinsam ist. Im Verhältniss zu den Alpen sind die Thäler meistens enger, bis sie auf ihrer höchsten Terrasse zuweilen zu den sogenannten Circusbildungen sich erweitern, die Abhänge sind schroffer geneigt, die Gipfel, wenn auch in kürzerer Zeit¹⁷⁶⁾, doch schwieriger zu ersteigen. Das Lauterbrunner Thal im Berner Oberland mit der steil darüber ansteigenden Jungfrau giebt eine Vorstellung von dem, was in den Pyrenäen die gewöhnliche Bildungsweise der unteren Thalstufen ist. Es scheint, als ob das Gebirge, wie durch höhere Pässe verbunden, so auch durch tiefere Spalten gefurcht sei, als die Alpen, und wenn diese bis zu ihrer jetzigen Thalsole mit den herabgestürzten Geröllen ausgefüllt wurden, so ist es leicht verständlich, dass auch die Quellen aus grösserer Tiefe entspringen und, zu den wärmeren Schichten der Erdrinde hinabsinkend, späterhin als Thermen an die Oberfläche treten. Und gerade hiedurch unterscheiden sich die Pyrenäen auffallend von den Alpen, die an heissen Quellen verhältnissmässig arm

sind. Man erkennt dagegen ihre allgemeine Verbreitung in der ganzen Erstreckung der Pyrenäenkette schon daran, dass an so vielen Orten die Genesung Suchenden sich versammeln, aber noch viel zahlreicher sind die Thermen, als sie zu Heilquellen benutzt werden, und zuweilen sieht man in abgelegenen Thalgründen Dampfvolken aus dem erhitzten Wasser sich erheben. Für die Vegetation hat die verhältnissmässig grössere Schroffheit des Gebirgs die Bedeutung, dass die Erdkrume sich schwieriger ansammelt, die Wälder daher weniger leicht Wurzel fassen und, wo sie einmal verloren gingen, die Gerölle viel verderblicher wirken. Die Thäler von Arriège, deren Waldgürtel zur Zeit der Revolution fast vollständig zerstört wurde, sind seitdem beinahe vollständig verödet und kein Mittel kennt man, den Baumwuchs unter solchen Bedingungen wiederherzustellen. Der westliche Theil der französischen Pyrenäen ist besser bewaldet, als der östliche, aber nackt oder nur mit Gebüsch bewachsen erscheint in den meisten Gegenden die cantabrische Kette, so dass die Bestimmungen ihrer klimatischen Baumgrenzen nur unsicher ausfallen können. Die alpinen Matten der Pyrenäen stehen ebenfalls denen der Alpen in der Ueppigkeit des Wachstums bei Weitem nach, und schon Ramond¹⁷⁷⁾ stellte die Dürftigkeit des Viehs und die Armuth der Sennwirthes dem Wohlstande der Schweiz als charakteristisch gegenüber. Die geringe Ausbreitung des Firms und der Gletscher trägt dazu bei, diese Nachtheile zu erhöhen, die dem Botaniker freilich leicht entgehen können, indem er sie durch den Reichthum an endemischen Erzeugnissen, durch die Mannigfaltigkeit der Arten von alpinen Gewächsen ersetzt sieht.

Die Regionen der centralen Pyrenäen, von denen doch auch schöne Laub- und Nadelwaldungen nicht ausgeschlossen sind, lassen sich mit denen der übrigen Gebirgsabschnitte schwierig vergleichen, da die einzelnen Baumarten sich verschieden verhalten. Die Baumgrenze am Camigou in den Ostpyrenäen liegt fast in demselben Niveau, wie die des centralen Theils der Kette, aber sie wird dort durch die Fichte, hier durch die Kiefer gebildet. In den Centralpyrenäen scheint die Region der Fichte herabgedrückt zu sein (gegen den Canigou um mehr als 1400 Fuss), wogegen die Buche höher ansteigt (gegen 700 Fuss). Auf der cantabrischen Kette wurde die Fichte gar nicht bemerkt, aber die Kastanie (— 2500 Fuss) und die

Edeltanne (— 6000 Fuss) steigen daselbst bis zu gleicher Höhe, wie am Canigou. Es möchte noch nicht an der Zeit sein, die Verbreitung der Bäume in den Pyrenäen mit den klimatischen Eigenthümlichkeiten der drei Gebirgsabschnitte in nähere Beziehung zu setzen. Es ist wohl denkbar, dass die verlängerte Vegetationszeit oder die Milde des Winters an der Bai von Biscaya auf gewisse Arten ähnliche Wirkungen hervorbringt, wie das mediterrane Klima im Osten, auf andere aber nicht, und dass in den centralen Pyrenäen, wo die Vegetation der nordeuropäischen ähnlicher ist, auch die Lage der Regionen der in den Alpen mehr entspricht. Allein theils sind die Beobachtungen zu wenig umfassend, theils durch die eingeschränkte Bewaldung zu sehr erschwert, als dass es möglich erschiene, solche Betrachtungen auf eine sichere Grundlage zu stützen. Viel bestimmter, als in der Anordnung der Regionen, tritt der Gegensatz der drei Gebirgsabschnitte in der Vegetation selbst hervor. Die westlichen und cantabrischen Pyrenäen gleichen in ihrer Bekleidung der atlantischen Küste des südlichen Frankreichs, deren Flora mit ihren Gesträuchdickichten aus hohen Eriken und Ulex, mit der reichlicheren Beimischung von immergrünen Holzgewächsen sich gleichmässig von der Gascogne bis zum nördlichen Portugal erstreckt und mit den höheren und östlicher gelegenen Gebirgsabschnitten nur durch einzelne Charakterpflanzen, wie den Buxus, vermittelt ist. Indessen steht die Temperaturkurve am Fuss der centralen Pyrenäen, in Pau¹⁷⁸⁾, wo die Küstenvegetation noch nicht bemerkt wird, ebenso sehr wie dort unter dem Einfluss des atlantischen Meers, und die Eigenthümlichkeit der Flora an der Bai von Biscaya scheint daher mehr von der Feuchtigkeit als von der Wärme des Klimas beeinflusst zu sein. Das Litoral der spanischen Nordküste ist ein romantisches Bergland, wo auf einer schwachen Erdkrume das feuchte Klima und der Quellenreichthum des Bodens eine sehr üppige Vegetation entwickeln. Neben den vorherrschenden Gesträuchen der Gascogne tragen die Wiesen daselbst doch durchaus den mitteleuropäischen Charakter und sind grösstentheils aus den Wiesenpflanzen Deutschlands zusammengesetzt: auch scheinen die aus Spanien und Portugal hieher eingewanderten, südlichen Pflanzenarten nicht eben zahlreicher zu sein, als in dem benachbarten, südwestlichen Frankreich.

Mit den Alpen verglichen ist ungeachtet der südlicheren Lage der Pyrenäen die Anordnung der Regionen daselbst wenig verändert. Die Schneelinie liegt am Nordabhang nicht höher, als auf der mittleren Alpenkette, für die meisten Vegetationsgrenzen kann man in gewissen Theilen dieser oder der südlichen Alpen ganz dieselben Werthe nachweisen. Nur die Kastanie und die Buche, als die eigenthümlichen Bäume des Seeklimas, steigen hier nirgends so hoch, wie auf den Pyrenäen. Nach Massgabe der geographischen Breite ist hingegen in der Höhengrenze der Fichte auf den Centralpyrenäen, ebenso wie in der Schneelinie, der deprimirende Einfluss des atlantischen Meers nicht zu verkennen.

Vegetationscentren. Die Anordnung der Pflanzen auf den Kontinenten zeigt uns in den meisten Fällen zusammenhängende Wohngebiete, so dass, wenn die äussersten natürlichen Fundorte der Arten auf einer Landkarte durch Linien umgrenzt werden, die eingeschlossene Fläche ein Ganzes bildet, ohne grosse Lücken übrig zu lassen. Die Unterbrechungen der Verbreitung sind zwar in der Regel leicht aus den Bedingungen des Vorkommens zu erklären, aber, wo dies nicht der Fall ist und wenn die Zwischenräume gross sind, scheint die Annahme eines einheitlichen Ausgangspunktes schwierig festgehalten werden zu können, wiewohl im Verhältniss zur Masse der Arten solche Erscheinungen doch nur seltene Ausnahmen bilden. Zwei verschiedene Hypothesen sind bemüht gewesen, dieselben aus früheren Zuständen herzuleiten und dadurch dem allgemeinen Gesetze einfacher Vegetationscentren unterzuordnen. Die gegenwärtig am häufigsten angenommene und von ausgezeichneten Naturforschern vertretene Meinung ist von Forbes¹⁷⁹⁾ ausgegangen, man kann sie als die geologische bezeichnen. Sie besteht darin, dass, da die Pflanzen, sich selbst überlassen, ihre Keime nur auf eine geringe Entfernung austreuen, die jetzt vorhandenen Individuen aber von früheren Generationen gleicher Art abstammen, die geographischen Lücken des Wohngebiets aus geologischen Veränderungen der Erdrinde zu erklären seien, welche an Orten, wo eine bestimmte Art in früheren Perioden einheimisch war, die Bedingungen ihres Fortbestehens aufhoben. Senkungen des Bodens, welche die Verbindungen des Festlands unterbrachen, oder Anhäufungen von Eis, wodurch die Gewächse zu Grunde gingen, werden als die

Ursachen des gestörten Zusammenhangs, des dadurch veränderten Wohngebiets aufgefasst. Bei diesen Vorstellungen ist jede bestimmte Beobachtung von Thatsachen ausgeschlossen, sie lassen dagegen der Phantasie den weitesten Spielraum. Und noch gesteigert wird diese Unzulänglichkeit für wahrhaft gesicherten Fortschritt durch den Darwinismus, der die Arten aus einander hervorbringen lässt, in der That aber die vorliegende Frage in sofern unberührt lässt, als er nur zu erklären sucht, wie, nicht wo sie entstanden sind. Es ist möglich, dass von der Geologie der Tertiärzeit die Nachwirkungen sich noch auf die heutige Anordnung der Pflanzen erstrecken, aber der Fortschritt in der Naturwissenschaft muss ein geordneter sein: ehe die näheren Ursachen einer Erscheinung erledigt sind, darf sie die entfernt liegenden nicht herbeiziehen. Es möchte sonst die verwendete Arbeit, so hoch die Zeitgenossen sie preisen mögen, in den Augen der Nachwelt eine vergebliche gewesen sein. Wenn man dem Grundsätze huldigt, zuerst zu untersuchen, ob die in der Gegenwart fortwirkenden Kräfte ungenügend sind, die Lücken der Wohngebiete aufzuklären, so wird man sich leichter mit den der geologischen Hypothese entgegengesetzten Versuchen befreunden, den Wanderungen nachzuforschen, durch welche die Pflanzen von einem Standorte auf den anderen übertragen werden. An Beispielen fehlt es nicht, wie unter dem Einfluss des Menschen nicht bloss, sondern auch durch die Mitwirkung geflügelter Thiere oder durch die Strömungen des Wassers und der Atmosphäre sich einzelne Gewächse an entfernten Orten anzusiedeln vermögen, allein wie bei jeder Untersuchung, die sich auf historisch gegebene Verhältnisse bezieht, ist es auch hier nicht möglich, die Bahnen und die Werkzeuge im einzelnen Falle sicher festzustellen, aus denen die jetzige Anordnung der Vegetation hervorgegangen ist. Eine einzige ursprüngliche Heimath, ein einfacher Ausgangspunkt ihrer Verbreitung wird jeder Pflanze von beiden Hypothesen zugesprochen, aber die historische, welche ihre Erklärungen aus den Wanderungen und Ansiedelungen der Gewächse ableitet, hat vor der geologischen den Vorzug, dass sie reicher an Hilfsmitteln ist, aus der Gestaltung der heutigen Wohngebiete auf die Wege schliessen zu lassen, welche die Natur dabei eingeschlagen hat. Die europäische Flora ist vor allen übrigen geeignet, solche Untersuchungen zu unterstützen, weil hier

die Wohngebiete der einheimischen Pflanzen am vollständigsten bekannt sind.

Die Vergleichung dieser Wohngebiete zeigt, dass sie nicht bloss in den meisten Fällen abgeschlossen, sondern auch dass sie von ungleichmässig verschiedener Grösse sind. Von den Pflanzen, die fast den ganzen Erdkreis bewohnen oder eine von dessen Zonen einnehmen, findet ein stetiger Uebergang zu solchen statt, die an engere oder im äussersten Falle an einzelne, zuweilen höchst beschränkte Räumlichkeiten gebunden sind. Was diese im strengsten Sinne endemischen Gewächse betrifft, so ist eine zwiefache Vorstellung über ihr Vorkommen möglich, entweder dass sie, an Ort und Stelle entstanden, die Hindernisse, die ihrer Ausbreitung entgegenstanden, nicht überwinden konnten, oder dass sie, in früherer Zeit auf grösseren Räumen wachsend, allmählig im Kampfe mit anderen Organismen zu Grunde gingen und nur noch da sich erhalten haben, wo wir sie jetzt antreffen. Beide Ansichten sind ohne Zweifel auf thatsächliche Vorgänge begründet. Einzelne Fälle sporadischer Verbreitung lassen sich kaum anders als durch Verdrängung von ehemaligen Standorten erklären, z. B. das Vorkommen eines sibirischen Rosaceenstrauchs (*Potentilla fruticosa*) in der alpinen Region der Pyrenäen, auf den britischen Inseln, auf Oeland und in Russland, ohne dass die centrale Flora Deutschlands denselben darbot, als auch hier gleichsam die letzten Spuren davon im bayerischen Ries entdeckt wurden¹⁸⁰). Indessen wird durch die Lage und Gestalt der verschiedenen Wohngebiete der Schluss gerechtfertigt, dass die Vorstellung von der Verdrängung und dem Untergehen gewisser Arten nur bei sporadischer Verbreitung Gründe der Wahrscheinlichkeit für sich hat, dass hingegen diejenige, welche eine dauernde Beschränkung auf den Entstehungsort annimmt, bei den streng endemischen Gewächsen die allein berechnete ist. Solche Vergleichungen im Bereich der europäischen Flora nämlich ergeben, dass die endemischen Pflanzen in derselben Masse zahlreicher werden, als die Hindernisse ihrer Verbreitung wachsen. Stellen wir uns vor, dass die auf bestimmten Vegetationscentren entstandenen Organisationen den physischen Bedingungen derselben am vollständigsten entsprechen, so ist bei der Anpassungsfähigkeit, die wir an den Gewächsen kennen, anzunehmen, dass sie von da aus in einem gewissen

Umfange sich durch Fortpflanzung ausbreiten mussten, wenn sie ungehemmt durch äussere Einflüsse sich selbst überlassen blieben. Wenn sie aber zarter waren, als diejenigen, welche den Raum bereits inne hatten, wenn abweichende Bodenverhältnisse, Gebirge oder Wasserflächen ihren Ursprungsort abschlossen, so mussten sie da verharren, wo sie entstanden waren. Sind sie hingegen früher auf grösseren Räumen als gegenwärtig vorhanden gewesen, so werden sie bei ihrem allmäligen Untergange sich hier und dort längere Zeit als anderswo erhalten, eine Weile zeigen sie sich noch sporadisch, aber ihr Vorkommen ist nicht durch mechanische Hindernisse bezeichnet, welche ihre Wanderung beschränken.

Die Pflanzen, die wir in Europa an einen einzigen Standort gebunden finden, sind zwar wenig zahlreich, aber sie sind fast ausnahmslos Gewächse des Hochgebirgs, deren Wanderungen bei eingeschränkter klimatischer Sphäre und geringer Fortpflanzungsfähigkeit schon die Thalbildungen als ein unüberwindliches Hemmniss entgegenstehen. Sie gleichen den endemischen Erzeugnissen einsamer Inseln im Ocean und sind, wie diese vom Meer, von Abgründen rings umschlossen, die sie nicht überschreiten können. Fast nur in den Alpen sind solche Fälle bekannt, wo die gruppenweise geordneten alpinen Gipfel so geeignet sind, in diesem Sinne zurückhaltend zu wirken. Solche Erscheinungen sind ziemlich regellos und fast nur über die südliche Alpenkette vertheilt, wo die örtlichen Einflüsse am verschiedenartigsten sind, auf einzelne Punkte Piemonts, der Lombardei, Südtirols und Kärnthens. Einzelne Beispiele kennen wir auch aus den Pyrenäen, deren klimatische Gliederung den Wanderungen hinderlich ist.

Wenden wir uns von diesen äussersten Graden der Beschränkung des Wohnorts, auf welche wir zurückkommen werden, zu der Verbreitung endemischer Pflanzen des Gebiets überhaupt, so ist auch hier der Gegensatz des Gebirgs zu den Ebenen höchst auffallend. Weit überwiegend sind die Gebirgspflanzen an engere Räume gebunden und kehren auf entfernt gelegenen Höhenpunkten nicht wieder, wo sie dieselben Bedingungen des Fortkommens finden würden. Die Grösse des Raums, den die Pflanzen bewohnen, steht in geradem Verhältniss zu ihrer Wanderungsfähigkeit, in umgekehrten zu den Hindernissen, die der Wanderung entgegenstehen. In den grossen

Tiefebenen bestehen solche mechanische Hindernisse nicht, hier sind die Vegetationscentren nur da noch deutlicher erkennbar, wo Gebirge die Wanderung aufhalten. Eine Reihe endemischer Pflanzen besitzt das Tiefland Ungarns, welches rings von den Karpaten und den mit den Alpen sie verbindenden Höhenzügen umschlossen ist, und deutlich lässt sich wahrnehmen, wie die Oeffnung des Donauthals manche Erzeugnisse der ungarischen Flora stromaufwärts bis Wien und auf das Marchfeld, abwärts in die bulgarische Ebene, oder wie sie das Thal der Morawa nach Serbien hat gelangen lassen. Das übrige Deutschland hat gar keine endemische Pflanzen aufzuweisen, die französischen sind entweder Gebirgserzeugnisse, oder diejenigen, welche der Gascogne eigen sind, verbreiten sich ihrer klimatischen Sphäre gemäss mehr oder minder weithin an den Küsten des atlantischen Meers. In der grossen Tiefebene des nördlichen Europas finden wir fast nur klimatische Grenzen der Verbreitung, die südlichen, die westlichen, die östlichen Arten verlieren sich nordwärts, ost- oder westwärts ganz allmählig eine nach der anderen und ausserdem kreuzen sich die Vegetationslinien auf mannigfaltige Weise. Auch der Ural, an dem doch gewisse Arten eine mechanisch wirkende Schranke finden¹⁸¹⁾, wird von der Mehrzahl überstiegen und erst im östlichsten Asien treten neue endemische Centren auch im Tieflande des Amur auf, der von Sibirien durch den Stanowoi und Chingan abgesondert ist: denn die zahlreichen eigenthümlichen Pflanzen Dauriens gehören nicht hieher, weil ihr beschränktes Vorkommen von dem Steppeneinfluss der Gobi und daher von Einwanderungen aus einem anderen Florengebiete abzuleiten ist.

Die Vegetationscentren der mittel- und nordeuropäischen Gebirge bilden, nach dem Reichthum ihrer endemischen Erzeugnisse geordnet, folgende Reihe: Alpen (190), Pyrenäen (88), Karpaten (29), Cévennen (2), Ural (1). Aus keinem anderen Gebirge sind mir Pflanzen bekannt geworden, die demselben ausschliesslich angehörten. Die Ziffern beziehen sich auf die Dokumente meiner Pflanzensammlung, die ich, um Schwierigkeiten der Systematik zu entgehen, den folgenden Untersuchungen zu Grunde lege. Zuerst scheint, um die Vertheilung dieser Centren zu erklären, die Grösse und der Umfang der Gebirge in Betracht gezogen werden zu müssen. Die Alpen haben in dieser Beziehung den Vorrang vor den übrigen

Gebirgen, allein das Ueberwiegen des Endemismus der Pyrenäen über den der Karpaten und die Abwesenheit eigenthümlicher Erzeugnisse auf den nordischen Fjelden fordern zu anderen Erwägungen auf. Den nächsten Gesichtspunkt bietet die geographische Lage der einzelnen Gebirge, die auf die Wanderungen von Einfluss ist. Von einem centralén Punkte können diese, wie die Radien eines Kreises, nach allen Richtungen gehen, wo also in grösserer Anzahl wieder ähnliche Gebirge oder zu Ansiedelungen angemessene Verhältnisse des Klimas und des Standorts ihnen begegnen, als wenn sie, wie die Pyrenäen, von zwei Seiten durch das Meer beschränkt sind. Auch in dieser Beziehung sind die Alpen für den Austausch der Pflanzen am vortheilhaftesten gelegen, und in der That ist die Zahl der Arten, welche sie mit anderen Gebirgen gemeinsam besitzen, selbst abgesehen von denen, die auch das Tiefland bewohnen, beinahe sechsfach so gross, als die ihrer endemischen Erzeugnisse. Von den Pyrenäenpflanzen hingegen hat sich nur etwa die Hälfte derjenigen Arten, die diesseits dieses Gebirgs nicht weiter vorkommen, auf den spanischen Bergsystemen wiedergefunden, die übrigen sind endemisch geblieben. Ebenso ist der Austausch der Karpaten nach Osten durch die russischen Ebenen gehindert, und auch dieses Verhältniss ist durch eine grössere Anzahl eigenthümlicher Pflanzen ausgesprochen. Die Lage der skandinavischen Fjelde ist zwar in noch weit höherem Grade geographisch abgeschlossen, aber dennoch ist sie die ungünstigste, den Endemismus zu bewahren, weil durch Lappland mit dem arktischen Tieflande auf der Halbinsel Kola eine ununterbrochene Verbindung besteht, wodurch die Wanderung in ähnliche Klimate so sehr erleichtert wird: die norwegischen Gebirgspflanzen sind daher ausnahmslos entweder arktisch oder zugleich bis zu den Alpen und anderen mitteleuropäischen Höhenzügen verbreitet. Aehnlich ist auch über den Ural zu urtheilen, der im Norden in die arktische, im Süden in die Steppenflora ausläuft und in beiden Fällen die Einwanderung vom Gebirge in die Ebene begünstigt. Ein drittes Moment, welches auf den Endemismus der Gebirge einwirkt, ist ihre klimatische Stellung, und ein viertes beruht auf ihrem geologischen Bau. Dem wärmeren Klima ist eine grössere Reihe von Pflanzen angepasst, als dem kälteren, und daher wachsen die Zahlen endemischer Arten in südlicher Richtung. Je mannigfaltiger endlich die

Bodenverhältnisse und je abgeschlossener die einzelnen Gebirgsgruppen durch ihre Hebung sind, desto reicher wird ihre Flora. Aus diesen Beziehungen, der Grösse, der Lage, dem Klima und dem Bau der einzelnen Gebirge lassen sich die meisten Verhältnisse ihrer Flora in Europa erklären, aber keineswegs sind sie die einzigen: denn in anderen Theilen der Erde werden wir erfahren, dass die Vegetationscentren auch ganz unabhängig von gegenwärtig wirksamen Bedingungen reich oder arm sein können. In Europa selbst geben hievon schon die Gebirge von Schottland und Wales eine Andeutung, die ungeachtet ihrer abgesonderten Lage und der eigenthümlichen Entfaltung ihres Seeklimas doch keine einzige endemische Pflanze besitzen.

Die Alpen selbst, nach ihren einzelnen Gebirgsgruppen verglichen, bieten einen reichen Stoff, über die Ausgangspunkte der Pflanzenwanderung nachzudenken. Sie enthalten über 800 Gewächse (815), die dem Tieflande fehlen, und von denen die nicht endemischen Arten (625) bald auf die meisten, bald auf einzelne mittel- oder südeuropäische und andere Gebirge übergehen, während diejenigen, welche der alpinen Region und der arktischen Flora gemeinsam sind, noch nicht den fünften Theil der Gesamtzahl ausmachen (143). Nach der Art und Weise der Verbreitung kann man nicht selten beurtheilen, ob der Ursprungsort in den Alpen selbst oder anderswo gelegen war, wenn man von dem Satze ausgeht, dass dieser in klimatischer Beziehung der günstigste ist und also in der Peripherie des Wohngebiets die Fundorte sporadisch werden. So giebt es einzelne Arten, die, wie das Krummholz, auf den Karpaten allgemeiner vorkommen und in westlicher Richtung auf den Alpen verschwinden, andere, die von den Pyrenäen aus nur noch einzelne Berge des Dauphiné erreichen (z. B. *Gentiana Burseri*). Allein solche Fälle sind fast verschwindend selten denen gegenüber, wo die Alpen im Mittelpunkte des Wohngebiets liegen, und somit wäre nach dieser Betrachtungsweise das mächtigste Gebirge Europas auch das bei Weitem reichste Heimathsland seiner Gewächse. Indessen lassen diese Schlussfolgerungen doch noch immer dem Einwurfe Raum, dass durch Erzeugung klimatischer Varietäten gerade das später eingenommene Wohngebiet der Massenvermehrung von Individuen einer Art vortheilhafter werden kann, als das ursprüngliche. So könnte

das Krummholz, welches auf der Alpengruppe des Orteles zu einem stattlichen Baume wird und diesen veränderten Wuchs dem westlicheren Klima zu verdanken scheint, in seiner gewöhnlichen Gestalt als degenerirt gelten und doch in dieser verkümmerten Form auf den Karpaten und Sudeten eine Formation von geselligen, jede andere Vegetation verdrängenden Sträuchern erzeugt haben, während es da, wo es unter günstigeren Bedingungen sich individuell vollkommener ausbildet, den kräftigeren Fichten gegenüber sich nur zu vereinzelt Waldungen entwickelt. Nach dieser Auffassung läge der Ausgangspunkt der Wanderung im Westen, wo das Klima das günstigere ist, und dennoch das Massencentrum der Individuen im Osten, wo die klimatische Varietät im Kampfe mit anderen Gewächsen erfolgreicher sich vervielfältigte. Hiedurch aber würde ferner die Meinung derjenigen Botaniker unterstützt werden, nach welcher eine pyrenäische Kiefer (*P. uncinata*) für die Stammform des Krummholzes (*P. montana*) zu halten wäre und man also dazu geführt würde, die ursprüngliche Heimath desselben noch viel weiter nach Westen, an den von den Karpaten entferntesten Standort zu verlegen. Fälle dieser Art sind ohne Zweifel selten und scheinen eine gewisse Aenderung der Organisation vorauszusetzen, aber da sie möglich sind, so kann durch die Häufigkeit des Vorkommens die Heimathsfrage nicht entscheidend erledigt werden. Es ist daher wünschenswerth, dass noch andere Hilfsmittel zu dieser Untersuchung benutzt werden, und je übereinstimmender die Ergebnisse ausfallen, desto mehr erhöht sich die Sicherheit des Urtheils. Die systematische Verwandtschaft der Erzeugnisse verwandter Vegetationscentren und die Bedingungen der Wanderung, sofern dieselben auf der Organisation der einzelnen Gewächse und auf ihrer ungleichen Empfänglichkeit gegen physische Einflüsse beruhen, sind beachtenswerthe Momente, besonders geeignet, den Austausch zwischen den Alpen und der arktischen Flora zu erläutern.

Aus den Untersuchungen über die Vegetation der geographisch am strengsten abgeschlossenen Floren hat sich ergeben, dass auf den Inseln desselben oceanischen Archipels die Arten einer Gattung häufig abgesondert vertheilt sind, und dass in denjenigen Ländern, die durch eigenthümliche Erzeugnisse am meisten hervorrage, nicht allein gewisse Gattungen durch den Reichthum an Arten sich aus-

zeichnen, sondern auch die vorherrschenden Familien grössere Reihen von Gattungstypen enthalten. Wenden wir dieses Princip der in der geographischen Lage begründeten systematischen Verwandtschaft zusammengehöriger Vegetationscentren auf die Heimathsfrage der Alpenpflanzen an, so zeigt sich, dass in vielen der reichsten Gattungen neben einer kleineren Anzahl von endemischen Arten eine grössere Reihe vorhanden ist, die auf andere Gebirge übergeht. Diese sodann bilden wiederum eine Stufenfolge von immer mehr sich erweiternden Wohngebieten, bis einzelne Arten zuletzt die norwegischen Fjelde erreichen und über diese hinaus in die arktische Flora eintreten. Solche Vergleichen führen also auf einem ganz verschiedenen Wege ebenfalls zu dem Ergebniss, dass in den Alpen der Ausgangspunkt der Wanderung zu suchen sei, und dass dieses Gebirge eine viel ergiebigere Quelle von Bildungen war, als man aus den daselbst endemisch gebliebenen Gewächsen zu schliessen berechtigt wäre. Allerdings tritt diese Schlussfolgerung in Berührung mit dem Darwinismus und in Gegensatz zu dieser Lehre, welche die Entstehung der endemischen Arten aus Umbildung der arktischen ableiten möchte, aber für unseren gegenwärtigen Zweck genügt es zu zeigen, dass auch die Migrationshypothese diese Erscheinungen zu erklären im Stande ist. Aus meinen Verzeichnissen entnehme ich, dass in zehn grösseren Gattungen¹⁸²⁾, die in den Alpen zusammen 140 Arten zählen, über ein Drittel (48) daselbst endemisch ist, die übrigen (92), vorausgesetzt dass sie nicht, wie die Saxifragen, mehrfache Centren besitzen, als von diesem Gebirge ursprünglich ausgegangen betrachtet werden können. Es wurden hiebei einige grosse Gattungen absichtlich ausgeschlossen, die in den Alpen zwar ebenfalls reich an Arten sind, aber von anderen Vegetationscentren in dieser Beziehung übertroffen werden oder überhaupt an vielen entlegenen Orten durch besondere Arten vertreten sind. Die Seggen (*Carex*) bilden die grösste Gattung unter den arktischen Gefässpflanzen, und hier ist die Verbreitung zu den Alpen einem besonderen Verhältniss unterworfen. Von den nordischen Arten (19) kehrt die grosse Mehrzahl (15) in der alpinen Region der mitteleuropäischen Gebirge wieder, wo sie zum Theil nur an einzelnen Standorten gefunden werden. Ausserdem bewohnen fast ebenso viele Seggen (16) die alpine Region, die der arktischen Flora fehlen, aber diese Gattung

ist nicht auf besondere geographische Centren beschränkt. Bei der Vergleichung finde ich, dass die arktischen Arten vorzugsweise auf feuchten Standorten wachsen, die alpinen dem trockenen Boden angehören, und ähnliche Verhältnisse sind auch bei den meisten Saxifragen massgebend, bei denen wir ebenfalls ein arktisches von einem alpinen Centrum unterscheiden können. Hiedurch sehe ich die beiden, schon bei den Regionen erwähnten Ergebnisse von Christ's Untersuchung¹¹⁹⁾ bestätigt, dass die Wanderung der arktisch-alpinen Gewächse sowohl von Süden nach Norden, als auch in umgekehrter Richtung stattfand, und dass sie durch den Einfluss des feuchteren Bodens begünstigt worden ist. Der Bau der Alpen bietet zu Versumpfungen desselben selten einen Anlass, die Ebenen der Fjelde und der arktischen Zone haben eine träge Wassercirculation, und diesem Gegensatze physischer Bedingungen scheint es zu entsprechen, dass im hohen Norden vorzugsweise Gewächse der feuchten Standorte entstanden sind, die sich von hier aus nach Süden verbreiteten, und dass hingegen die Alpen durch die Mannigfaltigkeit von Pflanzen trockenen Felsbodens hervorragen. Die Zwergbirke Norwegens findet sich in einzelnen Stümpfen des Harzes und der Sudeten, aber so allgemein sie in die feuchten Niederungen Russlands eindringt, so bleibt sie doch den Alpen fast gänzlich fremd, obgleich sie zu Wanderungen hinlänglich befähigt war, um den Jura und die bayerische Hochebene zu erreichen.

Die Anordnung der Pflanzen in den Alpen selbst ist in viel geringerem Grade durch die klimatischen Bedingungen und durch die geognostische Unterlage, als durch die ursprüngliche Vertheilung ihrer Vegetationscentren geregelt. Zuccarini¹⁸³⁾ war der Erste, der dieses Verhältniss in dem Gegensatze der Flora der Ost- und Westalpen erkannt hat. Er zählte eine Reihe von Pflanzen auf, deren Wohngebiete in Tirol durch die Thäler der Eisack und Etsch geschieden sind, und von denen er annahm, dass die westlichen von dem Orteles, die östlichen vom Glockner aus sich ausgebreitet haben, ohne jenen Einschnitt des Gebirgs überschreiten zu können. Diesen Andeutungen liegen allgemeinere Erscheinungen zu Grunde. Durch eine grosse Anzahl von endemischen Erzeugnissen sind in der südlichen Hauptkette die westlichen und östlichen Theile der Alpen von einander abgesondert, in der Centrakette bieten die in der Mitte

gelegenen Gruppen der Schweiz und Tirols im Vergleich zum Dauphiné und Steiermark wenig Eigenthümliches. Der für die südlichen Alpen so bezeichnende Endemismus ist namentlich darin ausgesprochen, dass der Gardasee und das Etschthal vielen Arten eine Grenzlinie setzen, die von Westen oder Osten bis hierher verbreitet sind, und dass die Vegetation der Endglieder, auf der einen Seite des Dauphiné und Piemonts, auf der anderen von Krain und Illyrien am weitesten von einander abweicht. In der centralen Alpenkette richtet sich dagegen die Anordnung der Pflanzen bei Weitem mehr, als in der südlichen, nach den Bodeneinflüssen, nicht aber in gleichem Grade nach der geographischen Lage. Hier ist der Reichthum einer Alpe an verschiedenen Pflanzen vom Bau der Thäler, von der Bewässerung und ähnlichen Bedingungen abhängig, die ergiebigsten Fundorte sind regellos vertheilt. So werden die Oetzthaler Ferner von den Tauern Kärnthens und ebenso sehr von gewissen Alpen des Engadin, das Berner Oberland und der Montblanc von der Gruppe des Monterosa an Mannigfaltigkeit der alpinen Pflanzen weit übertroffen. Allein auch die reichsten dieser Standorte sind nicht durch endemische Erzeugnisse bezeichnet, sondern nur durch die grössere Anzahl der daselbst angehäuften Arten, die auch an andern Orten wiederkehren. Das Nicolaithal am Monterosa ist zwar das pflanzenreichste der Schweiz, aber doch nicht als ein Vegetationscentrum in dem Sinne aufzufassen, wie die Dolomitalpen im Osten des Etschthals. Die nördliche Hauptkette verhält sich ähnlich, wie die centrale. Der Wiener Schneeberg und die Grande Chartreuse im Dauphiné sind als Endpunkte der Kette zwar bevorzugt, aber der grössere oder geringere Reichthum der Flora ist im Uebrigen vom geognostischen Bau abhängig: die nördliche Schweiz mit ihren Nagelfluhen steht an Mannigfaltigkeit der Erzeugnisse den Kalkalpen Bayerns und Salzburgs in auffallendster Weise nach. Das verschiedenartige Verhältniss der drei Hauptketten lässt sich mit demjenigen vergleichen, in welchem das ganze Alpensystem den Nachbargebirgen gegenübersteht, in dem einen Falle die durch die centrale Lage begünstigte Wanderung, in dem andern die Beschränkung derselben durch den Bau der einzelnen Gliederungen, durch die Absonderung der alpinen Gruppen. Stellen wir uns vor, dass ursprünglich die Entstehungsorte der Arten, die Ausgangspunkte der Wanderungen,

über das ganze System gleichmässig vertheilt waren, so befand sich das Centrum in der Lage, durch die vielseitigeren Verknüpfungen seine Erzeugnisse am leichtesten zu der Peripherie abzugeben, von den Endgliedern einer Kette konnte hingegen der Austausch nur in einer bestimmten Richtung vor sich gehen. Wäre die Vertheilung der Alpenpflanzen vom Boden oder vom Klima allein abhängig, so müssten die drei Hauptketten die verhältnissmässig grössten Gegensätze zeigen. Aber in der südlichen Kette ist der geognostische Bau, in allen drei ist das Klima ungenügend, die Absonderung der Arten zu erklären. Denn wenn man annehmen wollte, dass die West- und Ostalpen in einer ähnlichen klimatischen Beziehung ständen, wie die westlichen und östlichen Tiefländer, so ist zu erinnern, dass die auf einem so beschränkten Raume doch nur unerheblichen Aenderungen, welche der Abstand vom Meere bewirken kann, hier gar nicht in Betracht gezogen werden können, weil die Winterkälte und die Dauer der Vegetationsperiode von dem Niveau in weit höherem Grade als von der geographischen Lage abhängen und die westlichen Pflanzen daher, wenn sie unter diesen Bedingungen ständen, nur ihre Region zu verschieben hätten, um im Osten, die östlichen, um im Westen zu gedeihen. Dazu kommt, dass in derselben Kette unregelmässig vertheilte und weit grössere klimatische Verschiedenheiten unter anderen Einfüssen als denen der westlichen oder östlichen Lage auftreten, durch die Masse der Niederschläge, die in den venetianischen Alpen den höchsten Werth erreicht, durch den Schutz gegen die Winde, der die italienischen Thäler bevorzugt, sowie durch die Nähe des mittelländischen und adriatischen Meers in den südlichsten Gebirgsgruppen. Hier fragt sich nun, ob die so entschiedene Absonderung der westlichen von den östlichen Alpenpflanzen in der südlichen Kette mit der Annäherung der beiden Endschenkel des Systems an das Klima der Mediterranflora in Verbindung steht. Allein dieses Klima ist an der illyrischen Küste zu Triest nicht minder, als am Fusse der Seealpen bei Nizza ausgebildet, und doch haben die Alpenpflanzen beider Landschaften die allerwenigste Gemeinschaft. Offenbar besteht die Einwirkung des südlicheren Klimas in einer vermehrten Anzahl von solchen Arten, die sich auf die nördlicher gelegenen Alpen nicht verbreiten können, nicht aber darin, dass dieselben ihre Wanderungen

diesem Klima angepasst hätten. Man kann nicht behaupten, dass die nördliche Kette der centralen oder diese der südlichen an Pflanzenreichthum überhaupt nachstehe. Man wird die bayerischen und gewisse Gegenden der Tiroler Alpen ebenso reichhaltig finden, als irgend eine Gruppe des Dauphiné oder Illyriens, aber die Verbreitungsbezirke der Arten sind dort durchschnittlich weit grösser, als hier. Die Ursache kann also nur darin gesucht werden, dass die Wanderung der Pflanzen in den südlichen Alpen grösseren Hindernissen begegnete, und dies wird durch ihren orographischen Bau entschieden bestätigt. Die südlichen Ketten haben eine viel mannigfachere Axenrichtung, oft sind ihre alpinen Gruppen unterbrochen oder nur durch niedrige Pässe verbunden, und die Querthäler, die in so grosser Anzahl in die norditalienische Ebene auslaufen, sind viel tiefer eingeschnitten, als anderswo, so dass sie von den alpinen Pflanzen nicht so leicht überschritten werden. Die engen Wohngebiete so vieler Arten beruhen daher auf den mechanischen Hindernissen, die ihrer Ausbreitung entgegenstehen, und doch zeigt sich auch hier eine Abnahme des Endemismus im mittleren Theile der Kette, im südlichen Tirol, dessen seltene Pflanzen zwar zahlreich sind, aber sich doch meist entweder in die Krainer Dolomitalpen, oder aber in die lombardischen Kalkalpen zu verbreiten pflegen.

Die alpinen Arten des ganzen Alpensystems hat Christ¹⁸⁴) nach ihrem Vorkommen im Westen, im Centrum und im Osten unterschieden, ohne jedoch die Grenzen genauer anzugeben. Von den 693 Arten seines Katalogs zählt er in den östlichen Alpen 589, in den westlichen 531, in den mittleren nur 395. Da er hiebei auf die den einzelnen Abschnitten eigenthümlichen Gewächse keine Rücksicht nimmt, so kann man aus diesen Ziffern nicht ersehen, ob der Vorzug der östlichen Alpen darauf beruht, dass der Endemismus, oder ob nur der Reichthum der Flora daselbst gesteigert sei. Nach meinen Vergleichen, die sich nicht bloss auf die alpine Region beziehen, sondern nur das Wohngebiet berücksichtigen, zähle ich unter 190 endemischen Alpenpflanzen in der südlichen Hauptkette 60, die auf den westlichen Theil (vom Dauphiné bis zur Lombardei), 51, die auf den östlichen (Südtirol bis Croatien), und 5, die auf einen einzelnen Standort eingeschränkt sind: die übrigen breiten sich grossentheils in weiterem Umfange über das Alpensystem aus; die Beispiele engerer

Begrenzung sind in der centralen und nördlichen Kette weniger zahlreich. Die westlichen und östlichen Pflanzen der Südalpen zerfallen sodann wiederum durch allmälige Uebergänge in Arten von grösserem oder kleinerem Wohngebiet. Es giebt im Dauphiné (11), in Piemont (8), der Lombardei (3), in Südtirol (11) und in Krain (7) gewisse Arten, welche nur hier, aber daselbst mehrfach angetroffen werden, andere, die nur entweder den beiden ersteren oder den beiden letzteren Landschaften gemeinsam sind. So schreitet die Verengung des Wohngebiets bis zu den bereits im Allgemeinen bezeichneten Fällen fort, wo die Beschränkung auf eine einzelne Alpengruppe oder selbst auf einen einzigen Berg mit um so grösserer Sicherheit feststeht, je auffallender die Organisationen sind, so dass sie anderswo nicht so leicht übersehen werden konnten. Eine ausgezeichnete monotypische Saxifragee (*Zahlbrucknera*), die nur an drei Orten, im Thal der Lassnitz in Steiermark, im Lavanthale in Kärnthen und am Tonalepass zwischen der Val di Sole und der Val Camonica in Südtirol gefunden worden ist, vermittelt die Fälle einer weiteren, aber auf vereinzelt, örtliche Bedingungen zurückgeführten Verbreitung mit denen der Beschränkung auf den ursprünglichen Wohnort selbst.

Es ist nicht ohne Interesse, das Vorkommen der nur auf einzelnen Alpengruppen einheimischen Gewächse eingehender zu betrachten. Zuerst finden wir in den Seealpen eine Rosacee (*Potentilla Saxifraga*), die erst in neuerer Zeit¹⁸⁵) auf der Cima de Mera bei Mentone und am Cioudan bei S. Martino beobachtet wurde, und die in so hohem Grade von den übrigen alpinen Arten ihres Geschlechts abweicht, dass sie schwerlich ein grösseres Gebiet bewohnen wird: dies ist also ein Abschnitt des Gebirgs, dessen Eigenthümlichkeit auf dem Einflusse des Mittelmees beruht. Die drei anderen Bezirke, auf die sich die übrigen, mir bekannt gewordenen Fälle beziehen, haben das Gemeinsame, dass sie durch Thaleinschnitte von den benachbarten Alpengruppen abgesondert werden. Die erste Gruppe liegt an der Ostseite des Comer Sees, sie ist von diesem, dem Veltlin (Adda) und der Val Camonica (Oglio) fast vollständig umschlossen und selbst wieder in mehrere Kettensysteme gespalten. Sie wird von einer Rosacee (*Sanguisorba dodecandra*) bewohnt¹⁸⁶), die nur in der Val d'Ambria, einem Seitenthale, welches unweit Sondrio in das Veltlin mündet, und auf dem Bartellino in der Provinz Ber-

gamo beobachtet worden ist. In noch höherem Grade abgeschlossen ist am westlichen Ufer des Gardasees ein schmaler und kaum alpine Höhe erreichender Gebirgsstock, der, aus Kalk und Dolomit gebildet, aber wasserreich und noch mit Buchenwäldern geschmückt zwischen den Thaleinschnitten von Giudicaria (Chiese und Lago d'Idro) und von Sarca (Gardasee) sich bis Salo erstreckt. Denn durch die niedrige Wasserscheide bei Roncon zwischen dem Quellgebiet des Chiese und dem Arno, der durch das Sarcathal mit dem Gardasee und dem Mincio sich vereinigt, stehen beide Thäler in Verbindung. Auf diese Gruppe ist ein Thymelaeenstrauch (*Daphne petraea*) beschränkt und nur an den Kalkfelsen des Tombea (Cima Lanin, kaum 6000 Fuss hoch), in kleinen Höhlungen, deren Boden beständig von herabsickernder Feuchtigkeit benetzt wird¹⁸⁷), wächst eine der merkwürdigsten Saxifragen (*S. arachnoidea* bis 5000 Fuss), die von hieraus in das Ampola-Thal über Storo (— 2000 Fuss) herabgeschwemmt wird. Der letzte Fall des auf eine einzige Alpengruppe beschränkten Vorkommens einer durch ihren Bau ausgezeichneten Pflanze ist der der Wulfenia (*W. carinthiaca*), einer Scrophularinee, die lange Zeit für monotypisch galt und auch jetzt noch ihre Eigenthümlichkeit behauptet, nachdem eine zweite Art in Syrien, eine dritte am Himalaja entdeckt wurde. Sie war bis vor wenig Jahren nur auf der Kühweger Alpe bei S. Hermagor im südlichen Kärnthen bemerkt worden, nun hat sie Schenk nach brieflichen Mittheilungen noch auf einer zweiten, aber nur wenig Stunden von jener entfernten Alpe aufgefunden. Die Gruppe, zu welcher diese Berge gehören, bilden eine von dem Gail- und Drauthale vollkommen eingeschlossene, durchaus selbständige Kette, die zwischen den centralen Tauern und den südlichen carnischen Alpen eingeschaltet ist, indem das Quellwasser des Gail unweit Sillian mit den Zuflüssen des Drau in derselben Thalspalte entspringt. Die Wulfenia aber findet nicht bloss an diesen Thälern eine Schranke, die sie an ihren alpinen Wohnort fesselt, sondern innerhalb der Kette selbst ist sie durch deren zahlreiche Einschnitte, die z. B. zu der Bildung des Weissen-sees Veranlassung geben, auf zwei einzelne Höhenpunkte eingeschränkt worden. Man kann ihr Vorkommen also gewiss mit Recht den Gebirgspflanzen oceanischer Inseln, wie des Pik von Teneriffa, an die Seite stellen. Ebenso wie diese nicht zu anderen Bergen

gelangen können, so war die *Wulfenia* durch die Thäler, die ihren ursprünglichen Heimathsort rings umschliessen, verhindert, an entsprechenden anderen Standorten sich anzusiedeln.

Sind wir demnach im Stande, aus Wanderungen, die von einem einzigen Entstehungsorte der Arten ausgingen, die Anordnung der Alpenpflanzen abzuleiten, so ist schliesslich doch zu bemerken, dass einzelne Erscheinungen übrig bleiben, die keineswegs mit einiger Sicherheit aufzuklären sind. Fand die Wanderung, wie bei der Zwergbirke, in der Richtung nach Süden statt, so kann das Vorkommen in den Alpen ein sporadisches sein: wenn aber eine Art aus den Alpen stammt und sich bis zu den norwegischen Fjelden verbreitet hat, so würde die Migrationshypothese voraussetzen, dass sie, mit so bedeutenden Kräften ausgestattet, auch in dem Alpensystem selbst allgemein auftreten müsste. Dies ist allerdings die Regel, die der arktischen Flora und den südlichen Gebirgen gemeinsamen Pflanzen sind fast immer in den Alpen häufig, wenn sie aus diesen, oder selten, wenn sie aus dem Norden stammen¹⁸⁸), aber es giebt auch Ausnahmen, es giebt Pflanzen, deren Heimath nach ihrem Vorkommen oder ihrer systematischen Verwandtschaft in den Alpen liegt, und deren Wanderung innerhalb derselben beschränkt bleibt, während sie doch die Fjelde oder andere sehr entfernte Orte erreichen. Einen ausgezeichneten Fall dieser Art bietet eine *Gentiane* (*G. purpurea*), die in der alpinen Region der Schweiz häufig ist, in den Alpen aber vom Mont Cénis aus in östlicher Richtung das Rheinthal nicht überschreitet, indem jenseits desselben in Tirol eine verwandte Art (*G. pannonica*) auftritt, welche nun von hier aus, wie jene, die Alpenmatten bis Steiermark bewohnt und auch die südlichen Karpaten erreicht. Die so scharf getrennten Wohngebiete dieser beiden *Gentianen* werden von einer dritten, ebenfalls nahe stehenden Art (*G. punctata*) nicht bloss umfasst, sondern auch in den Karpaten und Sudeten, sowie auf dem Scardus in Macedonien überschritten. Nun findet sich aber die westliche Art (*G. purpurea*) an ähnlichen Standorten auf den norwegischen Fjelden wieder, wo ich sie, ununterscheidbar von der Schweizer Pflanze, bei Röldal in Tellemarken beobachtet habe. Ausserdem ist sie noch auf dem nördlichen Apennin und in einer klimatischen Varietät in Kamtschatka, angeblich auch in Siebenbürgen einheimisch. Wäre dies ein Fall, wo eine früher allgemeiner

verbreitete alpine Pflanze, durch andere verdrängt, sich nur noch an gewissen entfernt von einander gelegenen Orten erhalten hätte, so ist nicht zu begreifen, weshalb sie in den Alpen von der östlichen Art so streng abgesondert ist. Ihr Vorkommen in den westeuropäischen Gebirgen erinnert an dasjenige der atlantischen Pflanzen des Tieflands, aber klimatische Ursachen, welche die Beschränkung auf den Westen veranlasst haben könnten, sind bei einem Gewächse der alpinen Region nicht nachzuweisen. Es giebt noch einige andere Fälle ähnlicher Verbreitung, bei denen die Wanderungen den Bahnen von Zugvögeln entsprechen und in der Meridianrichtung weiter als in der westöstlichen zu verfolgen sind. Eine Synantheree (*Hieracium aurantiacum*) verhält sich wie eine westeuropäische Gebirgspflanze mit südlichem Verbreitungsschenkel, der von Frankreich bis zu den südlichen Karpaten reicht. Diese Pflanze wächst nicht bloss in Gesellschaft jener *Gentiana* auf den norwegischen Fjelden, sondern auch in einigen tiefgelegenen Wiesenmooren des nordwestlichsten Deutschlands (Bremen, Hoya), wo ich sie, fern von jeder Gartenkultur, unter örtlichen Verhältnissen auffand, die eine Ansiedelung durch Mitwirkung von in dieser Richtung aus Norwegen nach dem Süden ziehenden Sumpfvögeln wahrscheinlich machen. Auf dieselbe Quelle lässt sich auch das merkwürdige Wohngebiet der *Aldrovanda*¹⁵⁹⁾ beziehen, einer Wasserpflanze, die sporadisch eine von Nordosten nach Südwesten sich erstreckende Zone von Pommern und Lithauen bis zur Garonne und zum Po bewohnt. Allein hätten Zugvögel jene *Gentiane* verbreitet, so ist, die systematische Richtigkeit der Thatsachen vorausgesetzt, nicht zu begreifen, wie sie nach Siebenbürgen und eine Varietät derselben gar nach Kamtschatka hätte gelangen sollen. Ich weiss keine andere Vermuthung auszusprechen, als dass verschiedene Ursachen hier zusammengewirkt haben, um eine so verwickelte Erscheinung zu veranlassen, theils die Verdrängung aus einem ehemaligen grösseren Wohngebiet und die Zurückweisung der Ansiedelungen durch verwandte Arten von stärkerer Organisation, theils die Erweiterung derselben durch Uebertragung des winzigen und mit einem häutigen Flügelrande umgebenen Samens im Gefieder, im Kropf oder Darmkanal der Vögel, wenn nicht auch in den Strömungen der atmosphärischen Luft. Aber es lässt sich nicht läugnen, dass anscheinend der vorliegende Fall im

Darwinismus eine ansprechendere Erklärung finde, wenn angenommen wird, dass aus derjenigen Gentiane (*G. punctata*), deren Wohngebiet in mehreren Richtungen übergreift, unter geänderten physischen Bedingungen die beiden anderen Arten durch Umbildung entstanden seien. Indessen ist zu erinnern, dass dieser Hypothese Schwierigkeiten entgegenstehen, deren Lösung ausserhalb des Bereichs der Erfahrung liegt, nämlich zuerst, dass die drei Arten ungeachtet ihrer Verwandtschaft doch in ihrem Bau so sehr abweichen, wie dies bei Varietäten von Gentianen nie beobachtet wird, während doch keine Uebergänge vorkommen, wohl aber zwischen zwei derselben (*G. punctata* u. *purpurea*) eine hybride Bildung, sodann dass die Verschiedenheit der äusseren Bedingungen, die ihre Umbildung bewirkt haben sollen, völlig unbekannt bleibt, endlich dass auch die weiten Lücken des Wohngebiets nicht erklärt sind, sondern dieselben Einschränkungen der Wanderung voraussetzen, wie dies der Fall ist, wenn man sie als selbständig entstanden sich vorstellt. Es möchte daher auch hier die grössere Einfachheit der Migrationshypothese zur Empfehlung gereichen, welche die Verwandtschaft der drei Arten von ihrem Ursprung aus den Centren desselben geographischen Systems und das bald übergreifende, bald gesonderte Wohngebiet davon ableitet, dass sie eine ungleiche Receptivität gegen äussere Einflüsse besitzen und die eine zarter organisirt sei, als die andere.

Der Austausch der Pyrenäen mit den Alpen ist auf die Weise vor sich gegangen, dass die Wanderung von den Alpen aus häufig erfolgte, von den Pyrenäen zu den Alpen dagegen nur selten. Dies ergibt sich daraus, dass die meisten Alpenpflanzen, die in den Pyrenäen wiederkehren, Arten von grosser Wanderungsfähigkeit sind, die in den verschiedensten Richtungen sich ausbreiteten und daher auch in anderen Gebirgen aufzutreten pflegen. In den Pyrenäen ist der östliche Abschnitt der Kette, der durch die Cévennen mit den übrigen Gebirgen Frankreichs unmittelbar zusammenhängt, jedoch von den Verzweigungen des Alpensystems durch das Rhonethal getrennt wird, vermöge seines Mediterranklimas dem Gebiete fremd, und deshalb sind nur wenige seiner Erzeugnisse den Bergketten nach Norden gefolgt. Den klimatisch ähnlicheren Centralpyrenäen aber fehlt mit diesen jede orographische Verknüpfung. Zwischen den Gebirgen Spaniens dagegen und der ganzen Pyrenäenkette besteht ein

vielfältiger, sowohl orographischer als klimatischer Zusammenhang, und diesem Verhältniss entspricht es, dass beinahe die Hälfte derjenigen Gewächse, die man früher nur von den Pyrenäen kannte, in den oberen Regionen jener Halbinsel wiedergefunden ist (62 Arten unter 150 meiner Sammlung). Dieses Ergebniss gewinnt noch dadurch an Interesse, dass der französische Abhang der Pyrenäen weit genauer bekannt ist, als der spanische, und also die Pflanzen, die im Inneren von Spanien wiederkehren, an dem Hauptkamme der Kette keine Schranke gefunden haben. In einigen besonderen Fällen wird es noch deutlicher, dass die Pyrenäen mit Spanien in einer näheren klimatischen Beziehung stehen, als mit Frankreich. Sowie gewisse Pflanzen der spanischen Flora zugleich in den Steppen des Ostens einheimisch sind, so wächst auf den trockeneren Ostpyrenäen eine eigenthümliche Gentiane (*Gentiana pyrenaica*), die, in den Alpen fehlend, auf den Karpaten Siebenbürgens und auf dem Kaukasus wiederkehrt. Aehnlich verhalten sich noch mehrere andere Pyrenäenpflanzen, die sowohl den östlichen als den centralen Theil der Kette bewohnen, und von denen einige (z. B. *Carex pyrenaica*) ebenfalls erst auf den südlichen Karpaten, andere (z. B. *Saxifraga media*) auf den Gebirgen Rumeliens wieder auftreten.

In den Pyrenäen selbst lässt sich die klimatische Absonderung der drei Gebirgsabschnitte zwar in einer gewissen Reihe von endemischen Arten erkennen, aber die Mehrzahl derselben überschreitet deren Grenzen, namentlich wenn sie der alpinen Region angehören. Der fast ununterbrochene Zusammenhang des Hauptkamms und die mit der Höhe zunehmende Gleichartigkeit der klimatischen Bedingungen machen diese Erscheinung leicht erklärlich. In meinem Verzeichniss ist die Hälfte (44) der bis jetzt noch als streng endemisch zu betrachtenden Pyrenäenpflanzen entweder in allen drei Abschnitten nachgewiesen oder die Angabe der Fundorte nicht genügend, diese Frage zu entscheiden. Einige Arten (9) sind nur den östlichen und centralen, andere (4) den centralen und westlichen Pyrenäen gemeinsam. Von den auf die einzelnen klimatischen Abschnitte des Gebirgs beschränkten, endemischen Arten finden sich die meisten (17) in den Centralpyrenäen, was ihrem grösseren Umfang und ihrer bedeutenderen Massenerhebung zugeschrieben werden kann. Die eigenthümlichen Pflanzen der Westpyrenäen (6) sind bis auf eine nur

in dem cantabrischen Gebirge Biscayas und Asturiens bemerkt worden. Unter den endemischen Arten der Ostpyrenäen (8) kommt der Fall vor, dass eine monotypische Gattung (*Xatardia*) nur an einem einzigen Standorte hat aufgefunden werden können, auf der Couillade de Nouri, dem hochalpinen Passe, der die Val d'Eynes von Catalonien trennt, und wo diese Doldenpflanze auf beiden Abhängen angetroffen wird. Der Endemismus des Gebirgs ist ausser dieser noch durch eine viel merkwürdigere, monotypische Gattung ausgedrückt, durch die Gesneriacee *Ramondia*, die von den centralen Pyrenäen, wo ich sie in den Circus von Gavarnie herabsteigen sah, bis zu den östlichen sich verbreitet. An dieses Beispiel einer fremdartigen Organisation hat sich erst vor Kurzem eine nicht minder bemerkenswerthe Entdeckung angeschlossen, das Vorkommen der einzigen europäischen *Dioscorea* auf einem hochgelegenen Standorte der Centralpyrenäen (*D. pyrenaica* Boiss.). Die artenreichste Gattung unter den endemischen Pyrenäenpflanzen ist die der Saxifragen, von denen sich nur wenige nach Spanien verbreiten (3 Arten, wogegen 7 streng endemisch sind). Wenn die Systematik der Hieracien auf einer sichereren Grundlage beruhte, so würden die Saxifragen von dieser Gattung vielleicht noch an Mannigfaltigkeit eigenthümlicher Bildungen überboten (ich zähle 11 Arten, von denen ich nur 2 auch aus Spanien besitze).

Auf den Karpaten lassen sich nach der Verbreitung der endemischen Gewächse zwei Gruppen von Centren unterscheiden, die dem orographischen Bau des Gebirgs durchaus entsprechen. Der Abschnitt der Centralkarpaten oder der Tatra ist eine alpine Gruppe von geringem Umfang und von tiefen Thaleinschnitten rings umschlossen. Sie besitzt daher nur einige wenige, eigenthümliche Pflanzen, aber wie sie den Sudeten näher liegt, als den südlichen Karpaten, scheint auch ihre Flora näher mit jenen, als mit diesen verbunden. Denn ich kenne unter den endemischen Karpatenpflanzen nur einzelne Arten [4]¹⁹⁰), die vom Tatra bis Siebenbürgen oder bis zum Banat verbreitet sind. An alpinen Gewächsen ist der Tatra wegen seiner weit bedeutenderen Erhebung (8150 Fuss) viel reicher, als die Sudeten (4900 Fuss), aber eng verknüpft sind beide Gebirge durch manche bemerkenswerthe Erzeugnisse, z. B. durch eine im Tatra höchst veränderliche Weide der Waldregion (*Salix*

silesiaca). Die südlichen Karpaten bilden eine zusammenhängende, alpine Kette, welche, nur an einem Punkte (im Aluta-Thal) unterbrochen, längs der Grenze Rumäniens vom Banat bis zur Marmarosch sich erstreckt und von dem Tatra sodann durch niedrigere, aus Sandstein gebildete Höhenzüge getrennt wird. Sie umschliesst die Hochebene Siebenbürgens wie ein engerer Wall im Hintergrunde des grösseren von Ungarn. An Höhe (7830 Fuss) stehen die südlichen Karpaten dem Tatra wenig nach, aber an Umfang und Ausdehnung der alpinen Regionen übertreffen sie ihn bei Weitem. Dieser orographischen Bildung entspricht der weit grössere Reichthum der südlichen Kette an endemischen Gewächsen: so sind von den hieher gehörigen Saxifragen¹⁹⁰) auf diesen Abschnitt drei Arten, auf den Tatra nur eine beschränkt, und eine fünfte bewohnt die alpine Region des ganzen Gebirgs. Wie der Tatra mit den Sudeten verknüpft ist, so weisen in den südlichen Karpaten manche Erzeugnisse (z. B. unter den Sträuchern die *Ericace Bruckenthalia*) auf die Gebirge Serbiens und Rumeliens, deren orographischer Zusammenhang mit den Karpaten des Banats nur durch die Stromengen der Donau unterbrochen wird.

Die serbisch-rumelischen Gebirge, soweit sie unserem Gebiete angehören, sind viel zu unvollständig untersucht, als dass über ihren Endemismus gegenwärtig schon sicher geurtheilt werden könnte. Die Wanderungen entsprechen auch hier den orographischen Verbindungen der so vielfach gegliederten Ketten mit Dalmatien, mit Griechenland und über die Dardanellen hinaus mit Anatolien; auch das Klima weist bereits auf den Orient. Die Forschungen von Panic in Serbien haben für dieses Land eine Ausbeute von endemischen Pflanzen (12, darunter die monotypische Umbellifere *Paniccia*) ergeben, die ich nach den Mittheilungen dieses Botanikers untersucht und als eigenthümlich habe bestätigen können.

Die vereinzelt endemischen Erzeugnisse der übrigen mittel- und nordeuropäischen Gebirge¹⁹¹) beweisen nur, dass auch diesseits der Alpen Vegetationscentren anzunehmen sind, von denen in Folge des Austausches jedoch nur noch wenig Spuren erkennbar bleiben.

Ueber den Endemismus der sibirischen Gebirge ist bis jetzt noch keine genügende Auskunft zu geben. Was den am genauesten erforschten Altai betrifft, so ist in vielen Fällen die Steppenflora von den Höheneinflüssen so unabhängig, dass man niemals wissen kann,

wie weit selbst die alpinen Arten dieses Gebirgs sich nach Centralasien verbreiten. Hierauf beruhen ohne Zweifel auch die zahlreichen Wanderungen, welche über die aus dem Steppengebiet sich abgesondert erhebenden Gebirge stattgefunden haben, und die den Kaukasus und Vorderasien mit dem tibetanischen Himalaja und dem Altai verbinden. Jenseits der Wüste Gobi endlich haben zwar die russischen Botaniker Turczaninow, Maximowicz u. A. die endemischen Gewächse Dauriens und des Amurlandes aufgezählt, aber es ist abzuwarten, wie sehr die nähere Kenntniss der chinesischen Flora ihre Anzahl dereinst beschränken mag.

Wie weit nun die Tiefländer gegen die Gebirge an Pflanzen von beschränktem Wohngebiet zurückstehen, ist jetzt darzulegen. Was auf engem Raume die mechanischen Hindernisse der Wanderungen bewirken, das erfolgt in den Ebenen durch den langsamen Wechsel der klimatischen Werthe. Um auch hier Sibirien auszu-schliessen, erhalte ich für den Endemismus in dem europäischen Antheil des Gebiets folgende Ziffernreihe, nachdem, wie in den übrigen Fällen, die geographischen oder systematischen Bedenken unterworfenen Arten ausgeschlossen wurden: Zone der Cerriseiche (12), der Kastanie in Frankreich und Asturien (21), russische Eichenzone (1).

Ausser Ungarn ist es also nur Frankreich, welches (auch abgesehen von seiner Mediterranflora im Rhonegebiet) eine Reihe eigenthümlicher Pflanzen besitzt. Ordnen wir diese französischen Gewächse nach ihrem Vorkommen, so ergiebt sich, dass sie fast sämmtlich von der atlantischen Küste stammen. Sie sind Glieder jener Flora, welche Forbes die atlantische nannte, und die, wenn die Wanderung den weitesten Raum umspannt, von Portugal bis zu den britischen Inseln, in einzelnen Fällen sogar bis Norwegen und Island¹⁹³⁾ reichen kann. Indem aber die Vegetationslinie, welche, der Küstenentwicklung folgend, sie vom Innern des Kontinents ausschliesst, von beiden Endpunkten aus durch allmälige Uebergänge, aber in ungleicher Weise verkürzt wird, vertheilen sich die atlantischen Pflanzen auf mehrere Centren, unter denen das portugiesische das ergiebigste ist, indessen hier noch nicht berücksichtigt werden kann¹⁹⁴⁾. Innerhalb unseres Gebiets¹⁹³⁾ zähle ich 29 endemische Arten der atlantischen Flora und eine im Inneren Frankreichs.

Unter den atlantischen Vegetationscentren ist die südliche Gruppe, welche an der Bai von Biscaya von Asturien bis zur Mündung der Gironde sich erstreckt, die bedeutendste (13). Die endemischen Pflanzen dieser Küste sind nach der verschiedenen Bildung des spanischen und französischen Abschnitts von einander gesondert. Die cantabrischen Pyrenäen dachen sich felsig zum Meere ab, während zwischen dem Adour und der Gironde die Sanddünen der Gascogne das Litoral bilden. Dieser Verschiedenheit des Bodens entspricht fast ausnahmslos das Vorkommen der asturischen Arten (4) und derjenigen, die dem Département des Landes eigenthümlich sind (9). Von diesen südlichen Centren aus gehen einzelne Arten, an die Küste gebunden, bis zur Bretagne (1) oder bis zur Normandie (1), andere (3) eine gewisse Strecke weit landeinwärts, indem sie ihre Ost- und Nordgrenze erst in der Nähe von Paris erreichen. An diese letzteren schliessen sich die über den Kanal bis zu den britischen Inseln verbreiteten Pflanzen der atlantischen Flora, die ich deshalb von den endemischen Gewächsen Frankreichs ausschliesse. Ein nördlicher als die Gascogne gelegenes Vegetationscentrum ist nur noch durch einzelne Arten an der Küste der Bretagne angedeutet. Es gehört dazu eine Pflanze, die zwischen La Rochelle und Quiberon (*Omphalodes litoralis*), eine zweite, die nur im Morbihan bemerkt worden ist (*Eryngium viviparum*); eine dritte (*Linaria arenaria*) folgt dem Litoral von Nantes bis Dünkirchen.

Die Frage, weshalb die atlantischen Pflanzen nicht landeinwärts gewandert sind, löst sich bei der Mehrzahl dadurch, dass sie sich wie Halophyten des Seestrandes verhalten, die daher die Küste nicht verlassen konnten. Wo dieses aber nicht der Fall ist, sind verschiedene klimatische Bedingungen zu unterscheiden, namentlich die Milde des Winters, die überaus verlängerte Vegetationsperiode und vielleicht auch der Einfluss der grösseren Feuchtigkeit der Luft. Diejenigen Arten, welche aus Portugal stammen, stehen denen gleich, die aus anderen Gegenden der Mediterranflora bis zur französischen Westküste gelangt sind, weil sie hier denselben milden Winter finden, wie im Rhonethal. Die atlantischen Eriken¹⁹⁵ in dessen, von denen eine Art bis zu den Faröer und Bergen in Norwegen, vier andere bis Cornwall oder Irland sich verbreiten, können durch die Winterkälte nicht gehindert sein, von der Gascogne aus

ostwärts in die Provence und das Rhonethal vorzudringen: denn die Januarwärme ist in Avignon fast dieselbe, wie in Bordeaux, und sinkt in Irland und an der Küste von Bergen tiefer, als dort. An einem anderen Orte¹⁹²⁾ wird gezeigt werden, dass die klimatologischen Erklärungen überhaupt für diese Eriken noch nicht sicher festzustellen sind. Die Dauer der Entwicklungszeit, die in Portugal wegen der Sommerdürre kürzer ist, als an der Bai von Biscaya, entspricht am meisten den endemischen Pflanzen der Gascogne, und ich bin erstaunt gewesen, wie gross die Zahl charakteristischer Gewächse war, die ich an der Mündung des Adour erst im September blühend fand. Solche Arten werden daher ebenso wenig nach Norden als nach Osten von ihrer Heimath sich entfernen, wenn sie ihre Entwicklungsperiode nicht verkürzen können. Ein geringeres Mass dieser Ansprüche an das Klima veranlasst sofort eine Erweiterung des Wohngebiets in beiden Richtungen. Ohne Zweifel sind es solche klimatische Werthe, welche Frankreich den Vorzug vor Deutschland geben, die Spuren seiner Vegetationscentren bewahrt zu haben. Allein es bleiben Fälle übrig, die auf diese Weise kaum genügend zu erklären sind, indem die Wanderung nach Norden weiter geht, als sie im Inneren von Frankreich nach Massgabe dieser Bedingungen erschwert werden könnte. Hiebei ist ferner auch zu berücksichtigen, dass die atlantischen Pflanzen sich in einer ähnlichen geographischen Stellung befinden, wie die der Pyrenäen den Alpen gegenüber. Indem sie nur nach Osten oder nach Norden sich verbreiten können, folgen sie der nördlichen Bahn, wenn sie in dieser Richtung weniger als landeinwärts gehindert sind. Und wenn ihnen landeinwärts die entsprechende Wärme noch eine Strecke weit zu Theil würde, so ist es wohl wahrscheinlich die grössere Feuchtigkeit der vom Meere aus mit Wasserdampf gespeisten Küstenatmosphäre, woran ihr Vorkommen gebunden ist.

Zu einer Spur von Vegetationscentren im Inneren des Landes liefert, um ungewisse Fälle¹⁹⁶⁾ zu übergehen, eine Doldenpflanze den Beleg (*Peucedanum parisiense*), die das ganze mittlere Frankreich (46—49° N. B.) von Lyon bis Paris und namentlich das Flussgebiet der Loire bewohnt. Ein anderer, ähnlicher Fall (*Silaua virescens*) hat sich nicht bestätigt¹⁹⁷⁾. Wie ist nun eine Erscheinung dieser Art im Tieflande erklärlich, wo die Fortpflanzung so viel mehr, als

im Gebirge, erleichtert ist? Es scheint doch ein deutliches Zeichen, dass wir hier nicht eine untergehende, sondern eine in ihrem Heimathslande beharrende Pflanze vor uns haben, wenn wir in Betracht ziehen, dass unter der geringen Zahl von endemischen Gewächsen des Tieflandes beinahe der vierte Theil (8) zu derselben Familie der Doldenpflanzen gehört¹⁹⁸). Von diesen nämlich wissen wir, dass der Samen die Keimkraft rasch verliert, und dass überhaupt viele derselben nur auf wenige und entlegene Standorte beschränkte Seltenheiten sind. So zählt die atlantische Flora Frankreichs vier eigenthümliche Umbelliferen, von denen eine (*Libanontis bayonnensis*) nur auf einem einzigen, vom Meere zerrissenen Felsen bei Biaritz beobachtet wurde. Man wird durch solche Erscheinungen an das Silphium des Alterthums erinnert, eine Doldenpflanze, die der Cyrenaica eigenthümlich war und, nach ihrer Darstellung auf Münzen zu urtheilen, im Laufe der Zeit völlig verschwunden ist, was bei endemischen Gewächsen so viel leichter, als bei anderen, sich ereignen kann. Im Tieflande können demnach einzelne Vegetationscentren auch dadurch erhalten bleiben, dass es ihren Erzeugnissen an hinlänglichen Kräften fehlt, andere Organisationen von ihrem Platze zu verdrängen, die ihnen an Fortpflanzungsfähigkeit überlegen sind.

In der deutschen Florenzone, wie sie der durch die Kastanie bezeichneten französischen gegenüber aufgefasst wurde, hat sich ausserhalb der Alpen keine Spur von Vegetationscentren erhalten, und ebenso wenig in der nördlichen Fichtenzone diesseits des Urals. Auch aus der Eichenzone Russlands kenne ich nur eine einzige endemische Pflanze, und diese gehört wiederum zu den Umbelliferen (*Seseli campestre*). Die Standorte auch der seltensten Pflanzen beruhen entweder auf eigenthümlichen Bedingungen der Oertlichkeit, oder lassen wenigstens insofern auf solche Einwirkungen schliessen, als da, wo die eine unvermuthet auftritt, gewöhnlich auch andere sie begleiten, die ebenfalls in ihrer physischen Lebenssphäre beschränkt sind. Oder in anderen Fällen ist die Seltenheit des Vorkommens nur eine Folge davon, dass ein klimatischer Grenzbezirk erreicht ist, von dem aus in bestimmten Richtungen solche Gewächse allmählig häufiger werden und über ein weites Wohngebiet sich ausdehnen. Zwar fehlt es auch in Deutschland nicht an Beispielen unvollendeter Wanderung, wie man dies namentlich durch die Abnahme des Pflanzen-

reichthums vom Inneren des Landes gegen die Küste der Nordsee oder an den grossen Flussthälern nachweisen kann, wo das fliessende Wasser die Ausbreitung förderte, aber, im Ganzen überblickt, sind die Wohngebiete der Arten zu gross, als dass ihre Heimath auf bestimmte Centren zurückgeführt werden könnte. Die Entstehungsorte haben sich zu Flächen von bedeutendem Umfange erweitert, und man kann wohl sagen, ob eine Art dem Buchen- oder Fichtenklima entsprossen ist, aber nicht, ob sie aus Deutschland oder Ungarn, aus Skandinavien oder Russland abstammt. Die Flora des deutschen Tieflands ist eine Vereinigung von Gewächsen der verschiedensten Heimath, die der centralen Lage des Landes gemäss auf ihrer Wanderung durch ähnliche Klimate sich hier begegnet sind. Bemühen wir uns, sie nach ihren klimatischen Bedingungen zu sondern, so erhalten wir mehrere Reihen, die nach der Lage und Grösse des Wohngebiets sich von einander unterscheiden, zuerst eine Menge von Pflanzen, die durch das Klima fast unbeschränkt sind, sodann solche, die dem Buchenklima entsprechen, andere, die den Zonen der Kastanie und Edeltanne, oder diesen beiden und zugleich denen der Eichen gemeinsam sind, endlich eine viel grössere Anzahl, die von der Fichtenzone aus in dem Bereich der Edeltanne ihre westliche Grenze finden. Weit seltener sind die Beispiele von Arten [16] ¹⁹⁹), die auf die beiden Zonen der Edeltanne und der Cerriseiche sich einschränken oder dieselben nur wenig überschreiten, und nur äusserst wenige Fälle (2) sind mir bekannt geworden, in denen die Zone der Edeltanne das einzige Wohngebiet diesseits der Alpen oder überhaupt ist. Unter den charakteristischen Gewächsen des centralen Europas ist die schon erwähnte *Aldrovanda* die einzige Wasserpflanze, fast alle übrigen sind Erzeugnisse des Kalkbodens, und der Mangel an festen Gesteinen, die solche Erdkrumen erzeugen, ist wahrscheinlich die Ursache, dass sie nicht, wie die meisten übrigen, in die Eichenzone Russlands vordringen. Denn abgesehen von ubiquitären oder solchen Pflanzen, die innerhalb des europäisch-sibirischen Tieflandes klimatisch unbegrenzt sind, besteht die Masse der Bestandtheile der deutschen Flora grossentheils aus Arten, die auch Russland und Sibirien bewohnen und an der früher bezeichneten, nordwestlichen Vegetationslinie, 40—60 g. Meilen von der Nordsee und der atlantischen Küste ihre klimatische Grenze finden. Dieser

Abstand ist in Norddeutschland (z. B. in Magdeburg) kleiner als im Süden (Elsass, Dauphiné), was wohl dem Abschluss des mittleren Rheinthals durch das Schiefergebirge, die Vogesen und deren Verkettung mit der Auvergne zuzuschreiben ist. Andere Unregelmässigkeiten dieser Vegetationslinie beruhen auf den geognostischen Einflüssen des Bodens, wie die Unterbrechung derselben auf dem bunten Sandstein Hessens zwischen den Muschelkalken Thüringens und den kalkhaltigen Erdkrumen in der Wetterau und am Rhein.

Der Endemismus Ungarns ist noch nicht überall sicher festzustellen, weil die Flora Rumäniens und Bulgariens bis jetzt fast unbekannt geblieben ist. Indessen kann man nach dem Verhältniss derjenigen Pflanzen, welche in den Nachbarländern bereits nachgewiesen sind, sich eine Vorstellung davon machen, in welchen Richtungen ein mehr oder minder grosser Austausch stattgefunden hat. Hier überwiegen nun in Bezug auf das eingeschlossene Flachland Ungarns die Steppen und Wälder Russlands, deren Flora freilich viel genauer bekannt ist, als die der südöstlichen Halbinsel. Allein die Verbindungen mit der letzteren beschränken sich grossentheils auf gemeinsame Gebirgspflanzen oder auf Gewächse der Mediterranean, die in die wärmeren Gegenden des südlichen Ungarns eintreten. So sehr auch die Ansichten der Systematiker über viele Gewächse der ungarischen Flora getheilt sind²⁰⁰), so lässt sich doch bereits sicher erkennen, dass die Pussten, die späteste Bildung des Landes, keine eigenthümliche Pflanzen besitzen, sondern ihre Vegetation grösstentheils aus den russischen Steppen entlehnt haben. Die endemischen Pflanzen des ungarischen Flachlandes bewohnen besonders die Wiesen und Wälder der Hügelgelände oder den Felsboden ihres anstehenden Gesteins. Eine monotypische Malvacee (*Kitaibelia*), die, zuerst auf dem niedrigen Höhenzuge Syrmiens entdeckt, später auch in Slavonien gefunden wurde, ist die ausgezeichnetste Erscheinung unter diesen eigenthümlichen Erzeugnissen. In der bedeutenden Grösse derselben erkennen wir den früher erwähnten Charakterzug der osteuropäischen Flora, dass daselbst der Stengel bei den Stauden an Höhe zunimmt, eine Erscheinung, die mir in dem üppigen Pflanzenwuchse an den Ufern der Donau bei Orsova im Banat besonders auffallend entgegentrat.

Die Gesamtzahl der im europäisch-sibirischen Gebiete beob-

achteten Gefässpflanzen schätze ich auf etwa 5500 Arten, die aber mit den Nachbarfloraen so reichlich gemengt sind, dass man davon kaum 40 Procent als eigenthümlich oder jenseits der Grenzen nur sporadisch wiederkehrend ansehen kann. Da die klimatischen Bedingungen der Vegetation sich auf den Gebirgen Südeuropas grossentheils wiederholen, die alpine Region der Alpen in der arktischen Zone, die dürren Landschaften Ungarns und Dauriens in den Steppen einen ähnlichen Ausdruck finden, so ist die Selbständigkeit der Flora in höherem Grade durch ihren physiognomischen Charakter, als durch ihre systematischen Bestandtheile ausgedrückt. Indessen finde ich doch von 37 monotypischen Gattungen²⁰¹⁾ 19 als streng endemisch zu bezeichnen, und bei 8 anderen ist nach ihrem sporadischen Vorkommen in den Nachbarländern der Ursprung aus dem Gebiete ebenfalls als sicher anzusehen. Wir können daher diese 27 Monotypen als charakteristisch für die Vegetationscentren desselben bezeichnen. Sie dienen, unregelmässig vertheilt, den Ansichten über deren Anordnung durchaus zur Bestätigung. Denn die grösste Reihe (11) stammt auch hier wieder aus den Alpen: hierauf folgen die Amurflora (4), die Pyrenäen (3); das europäische Tiefland wird von einer monotypischen Gattung in weiterem Umfange bewohnt, von einer zweiten innerhalb des Buchenklimas und von einer dritten im Norden; endlich besitzen je eine die Karpaten, das Flachland Ungarns, Serbien, Bosnien, der Altai, die Ebene Sibiriens.

Die Versuche, welche ich anstellte, die Bestandtheile der Flora nach ihren klimatischen Bedingungen zu ordnen, haben zu keinen sicheren Ergebnissen geführt, theils weil die Nachrichten über das Vorkommen der einzelnen Arten häufig nicht genügen, theils weil bei denjenigen, die durch mehrere Vegetationszonen oder zugleich in die Nachbarländer verbreitet sind, die ursprüngliche Heimath ungewiss bleibt. Einige meiner Schätzungen, die zur Uebersicht von den Bestandtheilen der Flora dienen können, glaube ich indessen in den Noten mittheilen zu dürfen²⁰²⁾.

Der Austausch der Pflanzen zwischen den einzelnen Abschnitten des Gebiets und mit den Nachbarländern verdunkelt zwar die Frage über die Heimath mancher Arten, es lässt sich indessen in vielen Fällen die Richtung der Wanderungen, welche stattgefunden, erkennen. Forbes¹⁷⁹⁾ suchte in seiner Arbeit über den Ursprung der

britischen Flora diese Aufgabe dadurch zu lösen, dass er die Mittelpunkte des Wohngebiets zur Bestimmung der Heimath benutzte. Er kam zu dem Ergebniss, dass die meisten Pflanzen Grossbritanniens auf die Verbindung mit Deutschland hinweisen, und dass sich von diesen vier kleinere Reihen von Arten unterscheiden lassen, von denen zwei dem Tieflande angehören und die eine das südwestliche England und das südliche Irland mit dem Westen, die andere den Südosten Englands mit dem Norden Frankreichs verknüpfen, die beiden anderen sodann die Gebirge Westirlands mit den Pyrenäen und die Hochlande von Schottland und Wales mit den norwegischen Fjelden in Beziehung setzen. Auf diese Grundlage baute er seine geologischen Hypothesen, aber die Thatsachen lassen sich ebenso wohl auf Wanderungen zurückführen, deren Richtung zu bestimmen sie, für sich betrachtet, indessen nicht genügen würden. Fügen wir aber hinzu, dass auf den britischen Inseln keine endemische Pflanzen nachgewiesen sind, dass keine Gattungen vorkommen, die daselbst mehr Arten enthielten, als in den Ländern, mit denen der Austausch stattfand, und dass die letzteren überhaupt eine reichere Flora besitzen, von welcher eben nur ein bestimmter Antheil das Meer zu überschreiten vermochte, so erscheint der Schluss gerechtfertigt, dass die Wanderungen in der Richtung vom Kontinent aus erfolgt sind und also die ganze Flora Grossbritanniens als eine von auswärts angesiedelte zu betrachten sei. Zu demselben Ergebniss gelangte Martins²⁰³⁾ in Bezug auf die nordatlantischen Archipele, welche zwischen Schottland und Island liegen und in dieser Richtung die Migrationen erleichtern. Er schloss bereits aus dem nicht endemischen Charakter der Vegetation, dass alle Gewächse dieser Inselgruppen entweder aus Europa eingewandert seien, oder dass, wenn sie zum Theil aus Amerika stammten, doch keine amerikanische Art vorkomme, die nicht auch in Europa einheimisch sei. Auch auf die britischen Inseln selbst dehnte er diese Betrachtungen aus, wo sie nur zwei, unten anzuführende Ausnahmen erleiden. Wenn Martins demohngeachtet die arktischen Bestandtheile der Flora der nordatlantischen Archipele von Grönland und Amerika ableiten wollte, so lag, wie ich damals näher ausgeführt habe, kein thatsächlicher Grund dazu vor, und es wäre richtiger gewesen, alle Pflanzen dieser Inseln als vom alten Kontinent eingewandert aufzufassen. Von Wichtigkeit ist in-

dessen seine Bemerkung, dass die norwegischen Fjelde selbst nur als ein secundäres System von Vegetationscentren gelten könnten, dessen arktische Pflanzen von Lappland abstammen, weil ihre Zahl vom Polarkreise nach Süden abnehme. Diesen Satz hat Christ¹⁸⁴⁾ weiter ausgeführt und nachzuweisen gesucht, dass die alpinen Bestandtheile der skandinavischen Flora zum Theil aus Sibirien, die übrigen aus den südlicher gelegenen Gebirgen Europas herbeigeführt sein können. Die einzige, oben erwähnte endemische Pflanze der Fjelde möchte, da sie leicht noch anderswo aufgefunden kann, gegen die Masse der übrigen nicht ins Gewicht fallen. Die Flora der Fichtenzone Skandinaviens und Nordrusslands enthält ebenfalls wohl kaum ein Gewächs, welches nicht auch entweder in Sibirien oder in den südlicher gelegenen Vegetationszonen Europas vorkäme. Der nicht endemische Charakter des europäischen Nordens und der jenseits des 50. Parallelkreises gelegenen Inseln des atlantischen Meeres ist in geologischer Beziehung besonders bemerkenswerth. Denn es geht daraus die Unabhängigkeit der Lage der Vegetationscentren von dem Alter des Festlandes hervor. Zwischen England und Island sind alle geognostischen Formationen von den ältesten bis zu den jüngsten vulkanischen und tertiären Bildungen nicht bloss vertreten, sondern Skandinavien gehört, da sein Gneissplateau in weitestem Umfange von jüngeren neptunischen Ablagerungen unbedeckt ist, zu denjenigen Theilen der Erde, die seit den frühesten Zeiten der Vorwelt über das Meer hervorragten. Die heutigen Vegetationscentren zeigen sich daher hier nur geographisch, nicht aber geologisch geordnet, und in welcher Periode der Erdbildung diese organisirenden Thätigkeiten stattfanden, lässt sich nur aus der Vergleichung mit den untergegangenen Schöpfungen schliessen, nicht aus der Beschaffenheit des Bodens, dem die gegenwärtigen entsprossen sind. Gerade die reichsten Centren, wie die der Alpen, gehören zu den neusten Hebungssystemen und weisen darauf hin, dass die Erzeugung der heutigen Flora erst in der jetzigen Erdperiode erfolgte, aber eben nicht überall stattfand. Sollte man hiernach geneigt sein anzunehmen, dass der Untergang der vorausgegangener Tertiärflora durch die Anhäufung des Eises bewirkt sei, so ist dagegen zu erinnern, dass die Thatsachen, die den Vorstellungen über die Glacialperiode zu Grunde liegen, auf die grössere Ausbreitung der Gletscher in den Gebirgen sich beschränken,

die ebenso wohl von vermehrter atmosphärischer Feuchtigkeit, als von verminderter Wärme bedingt sein konnte, und dass die erraticen Blöcke der Ebenen in schwimmenden Eisbergen eine befriedigendere Erklärung finden, als in festliegendem Gletschereis. Der zweideutigen Annahme einer allgemeinen Eiszeit möchte ich daher zur Bezeichnung dessen, was man früher Diluvialzeit nannte, den Ausdruck Glacialperiode vorziehen, der auf die Ausbreitung der grossen Gletscher bezogen werden kann. Dass die Braunkohlenflora in Europa nicht fortbestand, sondern einer neuen Schöpfung, die sie verdrängte, weichen musste, ist bei dem steten Kampfe der Organismen, die um so kräftiger sind, je mehr sie den gerade bestehenden physischen Bedingungen entsprechen, auch ohne Annahme einer Eisbedeckung wohl zu begreifen.

Unter allen Verbindungen mit den Nachbarländern ist der Austausch der Flora unseres Gebiets mit der Südeuropas der umfassendste. Hier gestattet die Art, wie die einzelnen Pflanzen verbreitet sind, mit noch weit grösserer Sicherheit, als im Norden, zu schliessen, dass die Wanderung in beiden Richtungen stattgefunden hat. Wenn auch auf den Gebirgen des Südens entsprechende klimatische Verhältnisse wiederkehren, so ist doch das Vorkommen der in höheren Breiten einheimischen Gewächse daselbst durchweg ein sporadisches, sie sind von anderen Arten begleitet, die diesseits der Alpen nicht gefunden werden. In umgekehrter Richtung verlieren sich diejenigen Pflanzen der Mediterranflora, die in die französischen oder ungarischen Vegetationszonen eintreten, allmähig mit den geänderten klimatischen Bedingungen. So ist es fast in jedem Falle leicht, die ursprüngliche Heimath der einzelnen Arten zu erkennen, und da die Anzahl der südlichen Gewächse, welche die Grenzen der Mediterranflora überschreiten, etwa um das Fünffache geringer ist, als die der jenseits der Alpen wiederkehrenden, die aus nördlicheren Breiten abstammen, so erhöht sich dadurch der selbständige Charakter der Flora unseres Gebiets sehr bedeutend.

Schon oben wurde der Verknüpfung der ungarischen Pussten mit der Flora der Steppen gedacht und gezeigt, dass die Wanderung hier von den Vegetationscentren in den letzteren ausgegangen und also in westlicher Richtung erfolgt sei. Wiewohl durch die Karpaten getrennt, treten die Steppen doch in der Moldau, wo sie zwischen

dem Sireth und Pruth die Wälder zurückdrängen²⁰⁴⁾, nahe genug an die Pussten heran, um die Ansiedelungen zu erleichtern. Im umgekehrten Sinne rücken aber auch zahlreiche Pflanzen des Waldgebiets in die Steppen ein, nicht bloss solche, die wegen der Kürze ihrer Vegetationsperiode verschiedenen Klimaten angepasst sind, sondern auch viele andere, weil sie an den Flüssen und auf den Gebirgen sich wie in ihrer Heimath entwickeln können. Von grösserem Interesse sind die, wenn auch nur vereinzelt Beispiele, dass Stauden des Hochgebirgs (z. B. *Astragalus Onobrychis*) in den Steppen wiederkehren, unstreitig weil dieselben einer kurzen Entwicklungsperiode bedürfen, die ihnen in beiden Fällen zu Gebote steht, ohne dass sie von der Wärme oder anderen klimatischen Werthen in gleichem Grade beeinflusst werden. Aehnliche Beziehungen sind es auch, die den viel allgemeineren Austausch zwischen dem Altai und den asiatischen Steppenlandschaften veranlassen, und die der Vermischung der Flora von Daurien mit der Gobi zu Grunde liegen. Ob in solchen Fällen die Pflanzen aus der Ebene in das Gebirge anstiegen oder in entgegengesetzter Richtung sich verbreitet haben, würde bei näherer Untersuchung vielleicht aus der Massenentwicklung der Individuen oder aus der systematischen Stellung der Gattungen sich ergeben. Der westliche Altai, das Quellgebiet der grossen sibirischen Ströme, ist in Verhältniss zu Daurien feucht, wie die Alpen in Vergleich mit Südrussland: es werden demnach die Pflanzen des feuchten Bodens in diesen Gebirgen, die des dürren in den Steppen entstanden sein und nach diesem Verhältniss die Standorte gedrängt oder sporadisch sich vertheilen.

Eine Andeutung, dass auch die lange Dauer der Vegetationszeit als allein wirksamer Faktor in Betracht komme, finde ich in einigen wenigen Pflanzen²⁰⁵⁾, die Ungarn und Frankreich gemeinsam sind, ohne in Deutschland vorzukommen.

Die Verbindungen Ostsibiriens mit der chinesisch-japanischen Flora sind zwar schon vielfach nachgewiesen, aber die Kenntniss dieses Verhältnisses ist viel zu lückenhaft, als dass über die Bedingungen solcher Wanderungen jetzt schon geurtheilt werden könnte. Die Forschungen Schmidt's auf der Insel Sachalin, wo beide Floren sich unmittelbar berühren, weisen auf einen allmäligen Uebergang von der einen zur anderen in diesen höheren Breiten hin.

Ueber das Verhältniss zu dem Waldgebiete Nordamerikas sind die Erfahrungen massgebend, dass die Vermischung mit der Flora Sibiriens grösser ist als mit der europäischen, und dass diejenigen Pflanzen, die zugleich in Europa und in den östlichen Staaten wachsen, durch alle Meridiane des Festlandes, also auch durch Nordasien und von Küste zu Küste durch den westlichen Kontinent verbreitet sind. Ausnahmen von dieser Anordnung sind zwar unter den durch Mitwirkung menschlicher Kultur zufällig angesiedelten Gewächsen häufig genug (z. B. in Europa Asten und Oenotheren an den Flussufern, *Paspalum distichum* in der Gascogne, *Elodea canadensis* in England und Norddeutschland): aber von einer direkten Uebertragung über das atlantische Meer, die in diesen Breiten im natürlichen Verlauf der Dinge erfolgt wäre, sind nur zwei oder drei Beispiele bekannt (die Standorte von zwei nordamerikanischen Pflanzen in Irland, der Orchidee *Spiranthes cernua* und des *Eriocaulon septangulare*, des einzigen Vertreters der Restiaceen in Europa in den Sümpfen von Connemara und auf der Insel Skye; sodann in umgekehrter Richtung die Ansiedelung der europäischen Calluna in Newfoundland, auf welche wir an einem anderen Orte zurückkommen).

Ebenso spärlich sind die Ansiedelungen aus entlegeneren Florengebieten, die sich oft auf den Handel und die Schifffahrt zurückführen lassen (z. B. *Cotula coronopifolia* in den deutschen Küstenlandschaften an der Nordsee, *Galinsoga parviflora* aus Mexiko u. a.). So eröffnet auch im Gebiete selbst der Verkehr zuweilen neue Bahnen der Pflanzenwanderung, wovon ein mehrfach besprochener Fall vorkam²⁰⁶), als plötzlich eine sehr auffällige Synantheree (*Xanthium spinosum*) sich massenhaft von Ungarn aus in das südliche Deutschland verbreitete, deren dornige Früchte sich im Vliess weidender Schafe festhängen und, mit der Wolle ausgeführt, erst unter dem Abfall der Webereien zur Keimung gelangen.

III.

Mittelmeergebiet.

Klima. Die Küstenländer am mittelländischen Meer sind durch einen gemeinsamen Charakter der Vegetation verbunden, durch deren schöne Formen ebenso sehr, wie durch das mildere Klima, die Sehnsucht des Nordländers nach dem Süden geweckt wird. Wenn auch nicht überall im dunkeln Laub die Goldorange glüht und die afrikanische Palme nur in einzelne Gegenden verpflanzt ward, wo sie nicht einmal ihre Früchte reift, so übt doch die Landschaft einen eigenthümlichen Zauber aus, dessen Reiz sogar die Alten in ihrem unentwickelten Natursinn lebhaft empfunden haben, und dessen Eindruck sie erkennen lassen, so oft sie ihre Heimath dem finstern Norden gegenüberstellen. Selbst das Unorganische scheint sich am Mittelmeer mit einem reicheren Farbenschmuck zu beleben. Die dunklere Färbung des Himmels und des Meers, die scharfen Konturen am Horizont, die selbst dem niedrigen Hügelrücken eine gewisse Bedeutung verleihen, die Durchsichtigkeit der Atmosphäre, wodurch Fernes und Nahes zu einem inhaltvollen Bilde verknüpft wird, alles dies sind Folgen der während des Sommers regelmässig von Norden nach Süden bewegten Luftströmung, in welcher die Dünste sich auflösen und die Wolken sich nicht anhäufen können. In dem Glanze, den die Sonne dann über der Landschaft ausbreitet, verschönern sich auch die Pflanzenformen. Die aufstrebenden Zweige der Pinie, die tiefen Farben schlanker Cypressen heben sich schärfer von der reinen Luft ab, und selbst den bläulichen, matten Duft des Olivenhains möchte man neben den grellen Lichtern nicht vermissen. Hat die kühle Regenzeit des Winters den Reiz dieser Eindrücke unterbrochen, so entfaltet sich schon gleich nach den ersten Monaten

des Jahrs in den immergrünen Gebüsch und selbst auf verödetem Geröllboden eine Blütenfülle, wie sie in solcher Mannigfaltigkeit der Norden nirgends aufzuweisen hat. Und ist auch dieser Schmuck dann bald wieder verschwunden und wird die Empfänglichkeit für die Bilder der Natur durch die Gluth der heissen Tage erschläft, wechseln doch mit ihnen laue, andalusische Nächte, um im Anblick der Gestirne, deren heller Glanz die Dunkelheit erleuchtet, in dem Dämmerlicht, das über den Formen der Landschaft schwebt, diesen Sinn immer wieder auf's Neue zu beleben.

Nicht die höhere Wärme ist es allein, sondern der vom Norden Europas abweichende Gang der Jahreszeiten, wodurch die Ordnung des Pflanzenlebens im Gebiete des Mittelmeers bestimmt wird. Hier sind nicht wie dort die atmosphärischen Niederschläge über das ganze Jahr vertheilt, sondern der heisse Sommer ist regenlos. Wenn die Sonne sich dem nördlichen Wendekreise nähert und der heisseste Gürtel der Erde ihrer Bahn nachfolgt, rückt auch der Passatwind in höhere Breiten, weil die Luft bis zu einem bestimmten Abstände von dem wärmeren Raume aspirirt wird. Die afrikanische Wüste mit ihrer nackten, im Sommer stark erhitzten Bodenfläche erhöht diese Wirkungen, indem sie dem grössten Theile des Gebiets südwestlich gegenüber liegt und daher Nordostwinde erzeugt, die, auf ihrer Bahn sich erwärmend, die regenlose Jahreszeit hervorrufen. In diesem Verhältnisse der entgegengesetzten Vertheilung von Festland und Meer ist der wesentlichste klimatische Gegensatz zwischen Süd-europa und den südöstlichen Staaten Nordamerikas begründet, die in der Richtung des Passatwindes vom mexikanischen Golf bespült werden, und denen die befeuchtenden Niederschläge auch im Sommer nicht entzogen sind. Nur die spanische Halbinsel ist so gelegen, dass die Aspiration in der warmen Jahreszeit grossentheils vom atlantischen Meere aus erfolgt, aber gerade hier ist aus verschiedenen zusammenwirkenden Ursachen die Regenlosigkeit des Sommers in weitestem Umfange ausgeprägt. Hier wehen die nördlichen und östlichen Winde über ein trockenes Hochland und über die Gebirgsketten, welche es einschliessen und der Luft die Feuchtigkeit entziehen, aber auch hier ist der Einfluss der Sahara in anderem Sinne bemerklich, indem dieses Wärmecentrum zu Zeiten in entgegengesetzter Richtung seinen heissen, Dürre verbreitenden Wüsten-

Sirocco entsendet. Allgemeiner aufgefasst ist es indessen nicht allein die Nähe Afrikas, wodurch sich der eigenthümliche klimatische Charakter des Mittelmeergebiets erklärt, sondern nicht minder wirkt auch die durch die Alpen und andere Gebirge vom nördlichen Europa abgesonderte Lage. Die Polarströmungen der Atmosphäre erwärmen sich nicht bloss, indem sie nach Süden auf ihrer Bahn fortrücken, sondern, wo dieselben in das Gebiet eintreten, haben sie überall von den Pyrenäen bis zum Balkan und dann wiederum in Kleinasien und am Kaukasus mächtige, westöstlich gerichtete Gebirgsketten zu überschreiten, auf denen die Luft einen Verlust an Wasserdampf erleidet. Im Sommer ist durch solche Höhenzüge die Linie bezeichnet, bis zu welcher die Stetigkeit des südeuropäischen Passatwindes reicht: bis zu diesen Grenzen bestimmt die Sahara den Entwicklungsgang der Vegetation, da jenseits das ganze Jahr hindurch die Polarströmungen mit den aequatorialen abwechseln.

Die Einflüsse der höheren Wärme auf die Vegetation Südeuropas äussern sich mehr in der verminderten Winterkälte, als in der gesteigerten Temperatur des Sommers. Diese Werthe ändern sich nicht gleichmässig, der Winter ist bei Weitem milder, der Sommer nicht in gleichem Grade wärmer¹⁾. Steht die Sonne im Norden minder hoch am Himmel, so wird dies im Sommer durch die längeren Tage einigermassen ausgeglichen, während im Winter die längeren Nächte in gleichem Sinne wie der tiefere Sonnenstand erkältend wirken. Aber auch ohne dieses Verhältniss in Betracht zu ziehen, ist es ganz unzulässig, einen vergleichenden Massstab für die Lebensbedingungen nord- und südeuropäischer Pflanzen von der Höhe der Sommerwärme abzuleiten. Denn während im Norden die Phasen der Vegetation mit der wärmeren Periode des Jahrs zusammenfallen, entwickeln sich im Süden die Pflanzen während des Frühlings, verharren im Stillstande, so lange die Feuchtigkeit ihnen entzogen ist, und beleben sich aufs Neue unter dem Einflusse der Herbstregen. Man müsste daher die Juliwärme des Nordens mit der Maiwärme des Südens vergleichen, um die Frage zu beantworten, ob hier die Vegetation einer höheren Temperatur bedarf als dort. In diesen Werthen aber zeigt sich diesseits und jenseits der Alpen keine Verschiedenheit: die Mai-Isothermen 14° bis 16° R. umfassen den grössten Theil des Mittelmeergebiets, die Juli-Isothermen von entsprechender

Temperatur berühren Berlin und Wien. Die höhere Juliwärme des Südens (20° R.) wirkt nur indirekt dadurch, dass sie die Vegetation während ihres Stillstandes nöthigt, sich gegen die Gluth der Sonne zu schützen, ohne die Mittel dazu in der beschleunigten Verdunstung ihrer Blattflächen zu besitzen, und dieses Verhältniss wird daher bei der Betrachtung der einheimischen Pflanzenformen sehr zu beachten sein. Wie aber auf der anderen Seite dieselben durch die Winterkälte von der Einwanderung in das nördliche Gebiet zurückgehalten werden, ergibt sich aus anderen Erscheinungen. Zuerst erkennen wir diesen Zusammenhang in den Vegetationslinien des westlichen Seeklimas, in der so viel bedeutenderen Vermischung der Pflanzenarten des Südens und Nordens in Frankreich und bis nach Irland. Eine der ausgezeichnetsten Formen des Mittelmeergebiets, die immergrünen Sträucher, überschreiten dessen Grenzen an den westfranzösischen Küsten; wie sie kultivirt den milderen Winter Englands ertragen, wogegen diejenigen, die gegen den Frost am wenigsten empfindlich sind, doch nicht tief in den Kontinent eindringen. Sodann beruht auf dem Schutz, den die Alpen an ihrem südlichen Fuss gegen die Winterkälte gewähren, zum grössten Theil der schroffe und einladende Gegensatz, der beim Eintritt in die lombardische Ebene so lebhaft empfunden wird. Denn die südliche Vegetation, die das Gestade der italienischen Seen schmückt, entwickelt sich in einem Klima, wo es auch im Sommer nicht an Niederschlägen fehlt²⁾, der Winter aber selbst für die Kultur der Orangenbäume nur unbedeutende Sicherungsmittel erheischt. Von allen Gewächsen der Mediterranflora ist der Oelbaum dasjenige, welches am besten sich eignet, die klimatischen Grenzen des Gebiets festzustellen. Auch von diesem Baume ist es bekannt, wie empfindlich derselbe gegen den Frost ist, und wie die ungewöhnliche Kälte einzelner Jahre dem Olivenbau gefährlich wird und die Pflanzungen vernichtet³⁾.

Sind nun aber auch die Regenlosigkeit des Sommers und die Milde des Winters die wichtigsten Eigenthümlichkeiten des Klimas, die auf die Vegetation in den Ländern am Mittelmeer einwirken, so würde man dieses Gebiet doch sehr einschränken müssen, wollte man hiernach dessen Umfang bestimmen. Was man Mediterranflora nennt, den Inbegriff derjenigen Pflanzenformen und Formationen, wodurch sich diese Küstenländer am auffallendsten von den Nachbargebieten

unterscheiden, ist freilich an jene klimatischen Charakterzüge gebunden. Allein durch die plastische Gestaltung der Oberfläche erfährt das Klima einen so mannigfaltigen und über so weite Räume ausgedehnten Wechsel, dass für die Mediterranflora oft nur ein schmaler Küstensaum übrig bleibt und auch dieser ganz verloren gehen kann. Gerade die Mischung verschiedener Klimate, die auf diesen Halbinseln so mannigfach sich berühren und absondern, ist es gewesen, was von Seiten der Natur zu der alten Blüthe der Civilisation, zu den vielfach gesonderten nationalen Entwicklungen mächtig beigetragen hat, und was sich ebenso noch heute in den vegetabilischen Produkten der einzelnen Landstriche abspiegelt.

Jede der vier grossen Halbinseln, die den bedeutendsten Theil des Mittelmeergebiets einnehmen, hat ihren eigenen, klimatischen Charakter theils durch die Gebirgszüge, die sie umsäumen und erfüllen, theils durch die ungleiche maritime Lage erhalten. Nach diesen Bedingungen ist auch die Mediterranflora, die oft nur eine immergrüne Küstenregion bildet, in verschiedenem Umfange entwickelt oder zu Uebergangsbildungen umgestaltet, die sie mit anderen Vegetationsgebieten verknüpft. So wird es erforderlich, auf das Einzelne einzugehen und die klimatische Stellung der einzelnen Länder zu vergleichen. Indessen ist zuvor ein allgemeineres Verhältniss anzuführen, welches aus dem Einfluss des atlantischen Meers entspringt und, je weiter man nach Westen vorrückt, allmählig immer mehr in die örtlichen Bedingungen der Vegetation eingreift.

Wenn man bedenkt, wie gross die Küstenentwicklung in Südeuropa ist, wie bis zum Pontus die Meeresbreiten so tief in die entlegensten Theile des Kontinents eindringen, dass alle Länder sich halbinselförmig gestalten, so sollte man erwarten, dass das Seeklima, welches diesseits der Alpen die Anordnung der Vegetation bestimmte, im jenseitigen Gebiete überall gleichmässig sich ausprägen müsste. Aber die kleineren Binnenmeere haben nicht die gleiche Kraft, die Gegensätze der Temperatur abzustumpfen, wie der grosse Ocean. Es machen sich daher, wie man aus den Höhengrenzen der Vegetation schliessen kann, die Unterschiede der Temperatur-Variation auch im Bereich des Mittelmeers geltend. Je weiter man sich von der atlantischen Küste entfernt, desto mehr nimmt unter gleichem Niveau auch hier die Winterkälte zu⁴⁾, und es

verkürzt sich daher auch die Entwicklungszeit des Pflanzenlebens. Da sich auf den Halbinseln Südeuropas nur selten ausgedehnte Tiefebenen finden, sondern alle Länder von Gebirgszügen reich erfüllt sind, so sprechen sich diese Einflüsse am deutlichsten in den Niveaugrenzen solcher Pflanzen aus, die gegen die Winterkälte empfindlich sind oder einer längeren Dauer ihrer Vegetation bedürfen. Im Osten bedecken daher die Formen der immergrünen Region fast überall nur einen schmalen Küstenstreif, sie reichen nur bis zur Höhe von 12—1500 Fuss ⁵⁾, und jenseits der nahen Gebirgszüge verhindert das Niveau des Binnenlandes, dass sie irgendwo im Innern der Halbinsel wiederkehren. Diese Höhengrenze wächst in westlicher Richtung, sie erreicht am Südabhang der Seealpen das Niveau von 2400 Fuss, bis zu welchem bei Nizza die Kultur des Oelbaums betrieben wird ⁶⁾. Aber an der portugiesischen Küste tritt ein neuer Gegensatz hervor. Hier sinkt die Grenze der Olive sogar im äussersten Süden von Algarvien wiederum unter 1400 Fuss herab und schon von 900 Fuss an aufwärts beginnen diese Bäume zu verkümmern ⁷⁾. Man könnte glauben, dass ihnen die Feuchtigkeit der atlantischen Küste ebenso wenig wie der rauhere Winter des Ostens zuträglich ist. Doch kann erst bei den Regionen auf dieses Räthsel des Steigens und Sinkens der Höhengrenzen näher eingegangen werden und es ist jetzt nur darauf hinzuweisen, dass in diesem Fall entgegengesetzte Bedingungen, über einen gewissen Grad gesteigert, gleiche Wirkungen haben können, dass die Extreme des gleichmässigen und des nach den Jahreszeiten wechselnden Klimas gleich ungünstig einwirken und in den mitten inne liegenden Meridianen jene Gewächse am höchsten in das Gebirge ansteigen. Wollte man indessen Zweifel hegen, ob hier wirklich der Einfluss des atlantischen Meers zu Grunde liege, so ist zu bemerken, dass auch die Buchengrenze und vielleicht selbst die Schneelinie ⁸⁾, so weit sie in Südeuropa überhaupt zu erkennen ist, ganz ähnlichen Gegensätzen der westlichen und östlichen Lage unterworfen ist, wie die Ausbreitung der immergrünen Region. Vielmehr scheint auf demselben Parallelkreise dieser klimatische Wechsel auf gewisse Pflanzen sogar stärker einzuwirken, als der Unterschied der Breitengrade am Mittelmeer. Die immergrüne Region reicht wenig höher hinauf in Lycien (36° N. B.), als an der Südküste Thraciens (41°), der Oelbaum steigt nicht so

hoch am Aetna (2200 Fuss unter 38°), als im Litoral von Nizza (2400 Fuss unter 44°). Die höhere Wärme einer südlicheren Lage hat auf die immergrünen Gewächse einen geringen Einfluss, weil sie von einer längeren Dauer der trockenen Jahreszeit begleitet ist, die ihre Vegetation unterbricht.

In Spanien und Portugal sind die immergrünen Laubbölzer fast über die ganze Oberfläche des Landes verbreitet, und doch ist keine der südeuropäischen Halbinseln klimatisch reicher gegliedert als diese. Dem dürrn Hochlande steht die feuchte atlantische Küste gegenüber, dem rauhen Winter Madrids die heisse Niederung Andalusiens. Den Uebergängen vom gleichmässigen in das excessivere Klima, sowie von dem Uebermass des Regens zu Coimbra bis zu dem fast beständig heiteren Himmel von Murcia, Gegensätzen, die bald in verschiedenem Grade abgestuft, bald durch Gebirgsketten schroffer gesondert sind, entspricht eine Mannigfaltigkeit der Pflanzenarten, die in Europa nirgends übertroffen wird. Im Norden bezeichnen die Pyrenäen von ihren centralen Erhebungen aus bis zum Vorgebirge Finisterre in Galicien eine scharfe Grenze gegen das Gebiet der nordeuropäischen Flora, zu dem nach Klima und Vegetation auch das biscayische Küstenland gerechnet wurde, wo nur wenige Pflanzen vorkommen, die nicht auch dem westlichen Frankreich angehören⁹⁾. Unmittelbar an der Südseite der cantabrischen Pyrenäen beginnt das weite Tafelland, welches den grössten Theil Spaniens umfasst und durch die ihm aufgesetzten Gebirgsketten in mehrere natürliche Abschnitte zerfällt. Auch dieses Hochland, dessen mittleres Niveau über 2000 Fuss beträgt¹⁰⁾, hat ein von der Mediterranflora abweichendes Klima und bildet ein eigenthümlich spanisches Florengebiet. Durch den regenlosen Sommer mit der immergrünen Region übereinstimmend und daher manche ihrer Gewächse aufnehmend, unterscheidet es sich durch den strengeren Winter¹¹⁾ und durch grössere Trockenheit der Luft. Denn die spanischen Hochflächen sind im Sommer noch dürrer, als die Küstengegenden des Mittelmeers. Von allen Seiten entziehen ihnen umschliessende Grenzgebirge den Wasserdampf, durch die Verdunstung in der heissen Jahreszeit verschwindet, was die Atmosphäre und die Berge dem Boden an fliessendem Wasser zurückgeben. Bis zu einem gewissen Grade sind die Jahreszeiten denen der russischen Steppenflora ähnlich. Auf den feucht-

milden Frühling, der alle Pflanzen zur Blüthe treibt, folgt ein heisser und trockener Sommer, und ebenso verkürzt der Winter ihre Entwicklungzeit. Aber wenn sich hiedurch erklärt, dass einige Gewächse des spanischen Hochlandes in der russischen Steppe und in Anatolien wiederkehren, so ist deren Anzahl doch nur klein. Denn so kalt wie in Russland ist der Winter nicht. Der Einfluss des atlantischen Meers macht sich hier im Gegensatz zu dem excessiven Klima des inneren Kontinents doch so sehr geltend, dass der grösste Theil der spanischen Pflanzen die hohe Winterkälte der östlichen Steppen nicht erträgt. Als ein eigenthümliches Uebergangsglied zwischen der Mediterran- und Steppenflora besitzt das spanische Tafelland eine grosse Reihe endemischer Gewächse, deren klimatische Bedingungen nirgends in Europa wiederkehren. Endlich haben auch die tiefer gelegenen Landschaften, die das Hochland umschliessen und von den Küsten aus in dasselbe eindringen, keineswegs überall das Klima der Mediterranflora. Im Osten scheiden sich von ihr durch eine weit grössere Trockenheit der Luft in allen Jahreszeiten die Tiefländer von Aragonien und Murcia, jenes, weil es von Tafelland oder Gebirgsketten rings umschlossen, von allen Seiten Luftströmungen empfängt, die bereits ihren Dampfgehalt verloren haben, dieses, weil an dem einzigen Punkte, wo es an der Küstenseite geöffnet ist, der Sirocco von der Sahara herüberweht. Beide Landschaften werden daher wenig von dauernden Niederschlägen befruchtet. Im Sommer kommen zwar in Aragonien häufig Gewitterbildungen vor, aber sie sind nur selten von bedeutenden Regengüssen begleitet¹²⁾. So hat sich denn auch hier eine steppenähnliche Vegetation des Bodens bemächtigt, die der des Hochlandes viel ähnlicher ist, als man bei der Verschiedenheit der Temperaturverhältnisse erwarten sollte. Allein da überall, wo das fliessende Wasser leicht versiegt, sich in der Erdkrume Natriumsalze und Gyps abzulagern pflegen, so sind wenigstens die Bodeneinflüsse übereinstimmend und, wie in allen Steppenländern die Vegetation vielmehr nach der Verschiedenheit ihres Substrats, als nach dem Niveau und Klima angeordnet ist, so scheint es auch hier für viele Gewächse bedeutungslos, ob sie den kalten Winter des Tafellandes zu ertragen haben oder eine heisse Fläche bewohnen, wo es auch im Herbst und Winter nur wenig regnet und noch seltener Schnee fällt¹³⁾. Demnach bleiben auf der

ganzen Halbinsel nur wenige Küstenlandschaften übrig, deren Klima den Bedingungen der Mediterranflora vollständig entspricht. Aber auch unter diesen prägen sich je nach der Lage der drei Küsten so bedeutende klimatische Eigenthümlichkeiten aus, dass sich daraus ebenso viel besondere Gliederungen der spanischen Flora ergeben. Die ganze Ostseite Spaniens ist bei Weitem trockener, als die westliche, weil die Luftströmungen, die vom atlantischen Meere kommen, die feuchtesten sind und den winterlichen Regen bringen, der die Vegetation zur Entwicklung treibt. Da diese aequatorialen Südwestwinde aber, ehe sie Valencia und Catalonien erreichen, über das trockene Hochland wehen müssen, ist die nasse Jahreszeit hier schwächer ausgebildet, als in Portugal, dessen Flüsse im Winter von den gewaltigsten Regengüssen schwellen. Das Tiefland von Andalusien sodann, welches gleichfalls nach Westen allmählig feuchter wird, verdankt seine selbständige Stellung der südlichen Breite und der Nähe Afrikas, mit dessen Küste es viele Gewächse ausgetauscht hat. Wie dort umfasst die Dauer der trockenen Jahreszeit vier bis fünf Monate¹⁴⁾, aber bei der Milde des Winters verlängert sich die Dauer der Vegetationsperiode, und dieser kommt die höhere Wärme des südlicheren Himmels zu Gute. Von Valencia durch Hochland und durch die Küstenterrasse von Murcia völlig abgesondert, scheint die Flora Andalusiens mit der des südlichen Portugal enger verknüpft zu sein. Die Süd- und Westseiten der Halbinsel sind den Luftströmungen gegenüber auf gleiche Weise gestellt, beide empfangen den Nordostwind des Sommers erst, nachdem derselbe durch das hohe Tafelland und die Gebirgsketten des Wasserdampfs beraubt ist, den das mittelländische Meer und die Bai von Biscaya ihnen bei anderen Niveauverhältnissen zuführen könnte. Je heiterer der Himmel ist, desto höher steigt die Wärme des Sommers, die nur an der Küste selbst durch den Seewind gemässigt werden kann. Abgesehen indessen von den Uebergängen auf den Grenzgebieten des Südens bildet Portugal mit einem Theil Galiciens einen letzten selbständigen Abschnitt, dessen Eigenthümlichkeit auf der Feuchtigkeit des atlantischen Klimas beruht, ohne dass der regenlose Sommer minder ausgebildet wäre. Hier ist die Vegetationszeit ebenfalls lang, wie in Andalusien, aber die Wärme gemässiger, und da der grössere Theil des Landes von Gebirgsketten erfüllt ist und die Höhengrenzen auch

der immergrünen Region tiefer liegen, als in Spanien, beschränkt sich die Mediterranflora häufig auf anmuthige Thaleinschnitte und enger begrenzte Litoralbildungen. Das Klima der Gebirgsregionen selbst ruft in den nördlichen Provinzen Portugals, wie auf den höchsten Erhebungen Spaniens, dieselben nordeuropäischen Pflanzenformen hervor, von deren Lebensbedingungen im Süden bei Italien die Rede sein wird.

Die einzige Landschaft Spaniens, wo die Vegetation wenig Eigenthümliches darbietet, ist Catalonien. Wiewohl die Pyrenäen sie ebenso bestimmt von dem südlichen Frankreich trennen, als dies in Aragonien und Navarra der Fall ist, so hat diese Gebirgskette hier doch auf die Vertheilung der Pflanzen keinen bemerklichen Einfluss. Die catalonische Flora stimmt mit der von Roussillon und Languedoc fast ganz überein ¹⁵⁾. Das ähnliche Klima und der Zusammenhang der Küste liegen dieser Erscheinung zu Grunde. Ebenso steht die südfranzösische Flora längs des ligurischen Litorals mit der italienischen in Verbindung. Die Grenzen dieser ebenso reichen, als eigenthümlichen Vegetation scheinen in Spanien auch die Küste von Valencia einzuschliessen ¹⁶⁾, in Italien umfassen sie ein schmales Litoral bis zu den Marenmen von Toskana. Aber im Süden von Valencia nimmt die Flora immer mehr eigenthümliche Bestandtheile auf; je wärmer und trockener das Klima wird, während in Toskana die Mannigfaltigkeit der ligurischen Vegetation rasch verschwindet, weil hier im entgegengesetzten Sinne der Sommer feuchter und der Winter kälter ist ¹⁷⁾. Dass nun aber auch im Rhonegebiet die Mediterranflora weiter nach Norden rückt, als in Italien, dass gerade hier durch die Alpen und Cévennen eine der schroffsten Vegetationsgrenzen von ganz Europa entsteht, bedarf einer ausführlicheren Erörterung. Nirgends kennen wir einen plötzlicheren Uebergang aus einem Florengebiet in das andere, als da, wo zwischen Montélimart und Orange (44° 25' N. B.) im Rhonethal die Olivenkultur beginnt. Der Eindruck ist um so bedeutender, weil man nicht, wie beim Eintritt in Italien, die Alpen überstiegen hat, sondern die südlichen Pflanzenformen der Mediterranflora in der engen Thalebene von Donzère unmittelbar mit der Vegetation des nördlichen Europas zusammentreffen, und zwar in solcher Fülle, dass man in Frankreich über 600 Gewächse zählt ¹⁸⁾, die auf das Dreieck zwischen Nizza,

Orange und Perpignan eingeschränkt sind. Gerade da, wo dieser Berührungspunkt zweier Florengebiets liegt, wird eine plötzliche Abnahme des Sommerregens beobachtet¹⁹⁾, hier, wo Cévennen und Alpen am nächsten zusammentreten, ist der Ursprung jenes herrschenden Thalwindes, der, als Mistral bekannt, der Provence ihr trockenes Klima verleiht. Wiewohl das südliche Frankreich in einzelnen Wintern von strenger, aber rasch vorübergehender Kälte²⁰⁾ betroffen wird, so beträgt doch der Wärmeunterschied der heissesten und kältesten Monate in Nizza durchschnittlich nur etwa drei Grade mehr, als in Lissabon¹⁷⁾. Das Klima der Mittelmeerregion ist hier also vollständig ausgeprägt. Die Lage der umschliessenden Gebirgsketten bewirkt, dass in diesem längs der Küste geöffneten Bassin der Passatwind des Sommers weiter nach Norden reicht, als zu beiden Seiten, als im Bereich der Cévennen und Alpen. Aber dieser Wind erhält hier zugleich einen eigenthümlichen Charakter, seine Richtung wird durch die Pyrenäen und andere Einflüsse abgelenkt zum Nordwest, oft steigt seine Heftigkeit zu stossweise wirkendem Sturm und auch in den übrigen Jahreszeiten, auch im Winter wehen ganz ähnliche, trockene Luftströme vom Gebirge zur Küste, der Mistral beherrscht das Klima überall, wo die Seealpen keinen örtlichen Schutz gewähren. Den Brustkranken, die der milde Winter in Hyères und Nizza versammelt, gereicht die trockene Luft dieses Windes zum entschiedensten Nachtheil, nur das völlig geschützte Mentone ist eine Zuflucht, ihm zu entgehen. Im Rhonethal, zwischen Orange und Avignon sieht man alle Cypressen von diesen so häufig wiederkehrenden, stürmischen Winden bogenförmig nach Südost gekrümmt. In Marseille weht der Mistral durchschnittlich 176 Tage im Jahre, im Winter ebenso oft wie im Sommer²¹⁾. Dieser Wind, der freilich den Reiz des Klimas in diesem Lande so sehr beeinträchtigt, ist doch eine Hauptursache von der Milde desselben, von dem Schmuck dieser blüthenreichen Vegetation. Denn wenn er im Winter und Frühling weht, stets von heiterem Himmel oder nur leichtem Gewölk begleitet, wirkt die Sonne auch in diesen Jahreszeiten schon mächtig auf die Temperatur²²⁾. Dass der Januar in Nizza beträchtlich wärmer ist, als in Florenz oder Lucca, dass die Mediterranflora an der Südseite der Seealpen so viel höher emporreicht, ist Italien gegenüber nicht bloss aus der westlicheren Lage, nicht bloss von der schützenden

Gebirgskette, sondern auch von den örtlichen Wirkungen des Mistral abzuleiten. Die Ursachen der Erscheinung kann man nur dann richtig würdigen, wenn man sie als eine Folge der plastischen Gestaltung des Landes auffasst. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet hat es nichts Auffallendes, dass die Jahreszeiten, die den allgemeinen Wechsel der Polar- und Aequatorialströmungen in Südeuropa bestimmen, hier von so geringem Einflusse sind. Die südlichen Winde, die den Winterregen bringen, treffen hier ein Litoral oder eine Tiefebene, die wärmer ist, als das Meer, und entladen daher ihre Feuchtigkeit erst, wenn sie an den Abhängen der Alpen und Cévennen hinaufwehen. Dann bildet die Küste die wärmste Zone, sie ist es, wo die erwärmte Luft aufsteigt, so dass zu Zeiten in den verdünnten Raum der Mistral von den durch Wolken verhüllten Bergen wie ein Wasserfall herabstürzt. Jeder Wind, dessen Bahn in schräger Richtung nach abwärts geht, wird, weil die Luft sich rasch und unregelmässig verdichtet, bald stossweise beschleunigt, bald durch Pausen unterbrochen auftreten. Zugleich aber erwärmt er sich in seiner Bahn, von der Höhe zur Tiefe hinabwehend, und wird deswegen aus Wolken und Schnee in ein heiteres Küstenland übergehen, wo die Sonne ihre Strahlen aussendet. Dieselben Erscheinungen können sich aber auch in anderen Jahreszeiten wiederholen, weil stets der Gegensatz zwischen den kalten Wolkenregionen des Gebirgs und den heissen Küsten fortbesteht. Bei einer ähnlichen Konfiguration der Küste wiederholt sich der Mistral in dem nördlichen Gebiete des adriatischen Meers, wo er unter dem Namen Bora bekannt ist ²³).

In Italien besitzt ausserhalb der ligurischen Küste fast nur die südliche, neapolitanische Hälfte der Halbinsel eine entschiedene Mediterranflora. Erst bei Terracina, an der Südgrenze des römischen Gebiets, sieht man die ersten Dattelpalmen und die Orangen im Freien gebaut, Gewächse, die an der ligurischen Küste so gewöhnlich sind, während sie in Florenz und Rom nur in geschützter Lage, in Gärten vereinzelt gezogen werden. In den Floren Toskanas und des Kirchenstaats besteht, wie in der Lombardei, die grösste Zahl der Gewächse aus mitteleuropäischen Formen, denen nur gewisse Bestandtheile der immergrünen Region beigemischt sind, von welchen die meisten auch anderswo die Grenzen des Mittelmeergebiets nordwärts

überschreiten. Erst die neapolitanische Küste wiederholt den Reichtum der Riviera und der Provence. Aehnlich sind die Verhältnisse an der Ostküste, am adriatischen Meer. Eine Fülle südlicher Formen bekleidet noch das Vorgebirge Gargano in der Breite von Rom (42° N. B.), die Abruzzen, wie Rom und Toskana, bilden schon ein Uebergangsgebiet zur mitteleuropäischen Vegetation des Apennins, wo in den tieferen Lagen zwar noch immergrüne Laubhölzer und Oliven gedeihen²⁴⁾, aber nur wenig eigenthümliche Erzeugnisse des Mediterranklimas und noch weniger endemische Arten gefunden werden. Berücksichtigt man ferner, dass die Verzweigungen des Apennins einen grossen Theil von Mittel- und Süditalien erfüllen, und dass in diesem Uebergangsgebiete die immergrüne Region, wo sie an den Küsten auftritt, doch das Niveau von 1200 Fuss nicht zu überschreiten scheint⁶⁾, so erkennt man, wie wenig Raum der Entwicklung der Mediterranpflanzen geboten ist. Zwischen Kastanien-, Eichen- und Buchenwäldern (1200—6000 Fuss) wiederholt sich hier die Flora des mittlern Europas. Schon oben wurde bemerkt, dass die Ursache dieser Erscheinung darin liege, dass in Toskana der Sommer feuchter und der Winter kälter sei, als an der ligurischen Küste. Jetzt aber müssen wir diesem Verhältniss näher treten, da es nicht so einfach ist, als man bei der Vergleichung des Klimas von Nizza und Florenz erwarten sollte. Denn in Rom, wo noch keine wesentliche Aenderung des Vegetationscharakters von Toskana eingetreten ist, fällt im Sommer weniger Regen, als in Genua, und auch der Winter ist fast so milde, wie in Nizza²⁵⁾. Bei der Einwirkung der atmosphärischen Niederschläge auf die Vegetation kommt es wenig auf deren Wassermenge an, da die Bedingung des Wachstums schon durch ein geringfügiges Mass derselben, wenn es nur den Erdboden dauernd durchfeuchtet, erfüllt wird und nur ein kleiner Theil des die Pflanzen benetzenden Wassers wirklich in ihr Gewebe eintritt. Daher haben die ausserordentlich grossen Unterschiede im Regenfall, welche unter der Einwirkung der Gebirge hervortreten, auf die Vertheilung der Pflanzen ebenso wenig Einfluss, als die Ungleichheit verschiedener Jahre auf die Fruchtbarkeit²⁶⁾, vorausgesetzt dass nicht gewisse Grenzen der Nässe oder Trockenheit des Erdreichs überschritten werden. Bei rasch entladenen Gewitterbildungen können auch im Verlauf des Sommers

starke Regengüsse die immergrüne Vegetation benetzen, und doch ist, physiologisch betrachtet, für sie der Sommer regenfrei, weil der Boden so schnell wieder austrocknet, dass die Saftströmungen nicht Zeit haben in regelmässigen Gang zu kommen. Wenn dagegen in jedem Monat die Niederschläge auch nur nach Bruchtheilen eines Zolls zu messen sind, aber in angemessenen Pausen wiederkehren, so wird die Wassercirculation des Pflanzenlebens überhaupt nicht unterbrochen, die Lebensbedingungen der nordeuropäischen Gewächse sind dann gegeben. Unter den meteorologischen Messungen über die Niederschläge haben daher diejenigen, welche sich auf die Zahl und Vertheilung der Regentage beziehen, eine weit grössere Bedeutung als alle übrigen. Bringen wir nun diese Sätze bei der Vergleichung der ligurischen Küste mit Toskana und Rom in Anwendung, so erklärt sich der abweichende Vegetationscharakter daraus, dass während des Sommers in Florenz 17, in Rom 15 Regentage vorkommen, in Nizza dagegen nur 6, und auch diese sind mit jenen nicht völlig vergleichbar, sofern es darauf ankäme, Gewitterschauer und Landregen zu unterscheiden. Auch die Temperatur des kältesten Monats kann, obgleich die Messungen nur geringe Unterschiede ergeben, doch bedeutend in's Gewicht fallen, da es sich um Grenzwerte handelt, wobei eine kleine Grösse doch von grossen Wirkungen auf die Vegetation begleitet sein würde. Frägt man nun aber, welche Ursache wohl den Verschiedenheiten des Klimas von Ligurien und Mittelitalien zu Grunde liege, da doch beide Küsten der den Sommerpassat aspirirenden Sahara frei gegenüber liegen, so ist auch hier auf den Mistral, dessen Wirkungen noch in Genua fühlbar sind, wohl ein Hauptgewicht zu legen. In Mittelitalien fehlen die Gegensätze hoher Steilküsten gegen ein erhitztes Litoral, diese Landschaften sind reich an Mittelgebirgen, deren Höhen und Thäler auch den Sommerpassat nicht so regelmässig sich entwickeln lassen. Dies aber führt nun zu dem allgemeinen klimatischen Verhältniss, welches im Süden oberhalb der immergrünen Region eine mitteleuropäische Waldregion in's Dasein ruft. Ueberall, wo die Luftströmungen, und wären sie auch Passatwinde, nicht in horizontaler Richtung sich bewegen, sondern an Berglehnen im Sommer hinaufwehen, empfängt auch diese Jahreszeit ihre Niederschläge, sie erzeugt nun nicht bloss Gewitter, sondern es kommen wirkliche Regentage vor, hinreichend,

um die klimatischen Bedingungen einer nördlicheren Flora zu erneuern. Bei der dieser Forderung entsprechenden plastischen Bildung der Oberfläche, wie sie in dem grössten Theil Italiens und noch allgemeiner auf der griechischen Halbinsel gegeben ist, entfalten sich daher an den Nordgrenzen des Passats grosse Uebergangsgebiete zur mitteleuropäischen Flora, die sich südwärts, wo diese Luftströmungen wärmer werden, allmählig zu bestimmten Gebirgsregionen einschränken. In Italien finden wir daher neben Ligurien die Mediterranflora erst in Neapel wieder, wo sie sich gegen Sicilien hin allmählig immer mehr ausbreitet und doch auch hier durch die Waldregionen des kalabrischen Apennins unterbrochen wird. Ebenso scheiden sich durch den toskanischen Apennin zwei Uebergangsgebiete, von denen das nördliche nun noch von klimatischer Seite zu erläutern ist. Das Tiefland des Po und der venetianischen Küstenflüsse enthält nur Spuren einer Mediterranflora an den lombardischen Seen und auf den euganeischen Hügeln bei Padua. Man könnte zwar meinen, dass durch die alte Kultur dieser Ebene, die noch immer als die ergiebigste Quelle natürlichen Reichthums in ganz Europa ohne ihres Gleichen dasteht, die ursprüngliche Vegetation verdrängt und nur wie ein Ueberrest der Vorzeit an jenen vereinzeltten Oertlichkeiten erhalten sei. Allein vergleicht man die Ergebnisse der klimatischen Untersuchungen und bedenkt man den plötzlichen Wechsel der Vegetation, der zwischen Venedig und Triest an der illyrischen Küste bemerkt wird, wo die immergrüne Region viel reicher ausgestattet ist, als am Garda-See, so erkennt man in der Po-Ebene eine eigenthümliche, geographische Bildung, deren Flora dem mittleren Europa näher steht, als dem Süden. Der Sommer ist hier ebenso wenig regenfrei, wie in Toskana: die Zahl der Regentage in dieser Jahreszeit beträgt in Mailand 18, in Venedig 19²⁷⁾, und die Menge der Niederschläge ist selbst in einiger Entfernung von den Alpen kaum geringer, an deren Fusse bedeutender, als am Genfer See. Wenn wir aber zugleich sehen, dass dieselben sich hier fast gleichmässig über das Jahr vertheilen, dass das Ueberwiegen von Winter- und Frühlingsregen hier nicht bemerkt wird und auch der Herbst nicht viel feuchter ist, als der Sommer, so scheint es klar zu sein, dass der Sommerpassat, der diese Scheidung der Jahreszeiten veranlasst, in Italien nur bis an den nördlichen Apennin reicht, der

ja auch als eine Fortsetzung der Seealpen betrachtet werden kann. Die immergrüne Region an den lombardischen Seen ist daher nicht als ein normaler Ausdruck des Klimas, sondern als eine örtliche Ausnahme von dem Vegetationscharakter der Po-Niederung zu betrachten, die in der durch den Schutz der Alpen gegen nördliche Winde gesteigerten Wärme ihre Erklärung findet. Auch ist es eine ganz offene und fast nur willkürlich zu entscheidende Frage, ob man die norditalienische Ebene noch zu der mitteleuropäischen Flora rechnen oder, wie es hier geschehen, nach Massgabe so mancher südlicher Pflanzenformen als ein Uebergangsgebiet zu den südlicheren Gegenden der Halbinsel auffassen will. Von den Landschaften, die jenseits des nördlichen Apennins liegen, unterscheidet sich dasselbe durch einen strengeren Winter²⁸⁾, und hierin scheint die Ursache zu liegen, dass der Oelbaum schon von Bologna aus nicht mehr gedeiht. Die Unterschiede der Temperatur des wärmsten und kältesten Monats betragen im Pogegebiet mehr als 18° ; sie überschreiten den Grenzwert der immergrünen Region, wie aus der Vergleichung mit dem Klima der illyrischen Küste und Griechenlands hervorgeht. Die Alpen wirken also auf den benachbarten Theil Italiens in der Weise, dass sie an ihrem Fusse zwar den Nordwind und die Winterkälte abhalten, dass aber schon in geringer Entfernung die nördlichen Luftströmungen, durch ihre Schneeregionen erkältet, die Ebene erreichen und bereits in Mailand sich so sehr fühlbar machen, dass hier die Januarwärme nur noch einen halben Grad über dem Gefrierpunkte liegt.

An der Küste Illyriens reicht die Mediterranflora mehr als anderthalb Breitengrade ($- 46^{\circ}$ N. B.) weiter nach Norden, als im Rhonethal, bis in die Gegend von Görz, so dass vielleicht nirgends in den Alpen die Physiognomie des Südens malerischer und bedeutender entgegentritt, als bei dem Uebergange von den waldigen Gehängen des wasserreichen Isonzo zum Litoral des adriatischen Meers. Hier, am Fusse der karnischen Alpen, liegt überhaupt der nördlichste Punkt, den die Mediterranflora irgendwo erreicht. Diese Erscheinung wird noch auffallender dadurch, dass die beiden Küsten des adriatischen Meers sich entgegengesetzt verhalten. Das italienische Gestade ist, wie wir sahen, noch über drei Breitengrade weit von den meisten Pflanzenformen des Südens entblösst, während eine

immergrüne Region die Ostküste vom Golf von Triest bis Dalmatien hin und weiter fast ununterbrochen bekleidet. Es ist nicht bloss der Schutz der die illyrische Küste bis Albanien stetig umsäumenden Alpenketten, wodurch die Temperatur des Winters freilich auch hier, wie an den lombardischen Seen, erhöht wird, sondern abweichende Regenverhältnisse lassen sich ebenfalls, wie anderswo, nachweisen. Wenn man freilich den Sommer von Triest und Venedig vergleicht, scheint sich diese Ansicht durch die Messungen des Niederschlags nicht zu bestätigen, wiewohl in den Umgebungen dieser beiden so nahe gerückten Küstenstädte jener Unterschied des Vegetationscharakters bereits vollständig ausgeprägt ist. Nicht bloss ist in Triest die Grösse des Niederschlags wegen der Nähe des Gebirgs überhaupt bedeutender, als in Venedig, sondern auch im Sommer beträgt sie etwas mehr [dort 9'', 4, hier 8'', 6²⁹]. Aber die Zahl der Sommerregentage ist in Venedig ebenso gross, als in Mailand, und dass in Triest, wo über diesen Werth die Nachweisungen fehlen, dies nicht der Fall sei, kann man daraus schliessen, dass zu Ende der warmen Jahreszeit die Vegetation daselbst ebenso verdorrt ist, wie in Dalmatien. So sehr täuschen die blossen Vergleichen der Menge des Niederschlags, die ohne Zweifel in Triest nur deshalb auch während des Sommers so bedeutend ist, weil einzelne Gewittergüsse eine grössere Menge Wasser liefern können. Ueber dem adriatischen Meere entwickelt sich, wenn auch durch die Lage der Küsten abgelenkt, der Sommerpassat bis zur äussersten Spitze des Golfs, während dieser Wind der norditalienischen Ebene durch den Apennin entzogen war. Verstärken sich die nördlichen Luftströmungen zur Bora, so sind die Wirkungen auf die illyrisch-dalmatische Küste ähnlich, wie die des Mistral in der Provence, und da der Ursprung der Bora in den karnischen und kroatischen Gebirgen liegt, die ebenso schroff, wie die Seealpen, von dem schmalen Vorlande ansteigen, so ist auch hier der Gegensatz der immergrünen Region zu der Vegetation des inneren Landes im höchsten Masse ausgeprägt. Nur innerhalb des Meerbusens von Fiume, wo die Myrte, noch auf Lussin einheimisch, von der Insel Cherso ausgeschlossen ist³¹), erleidet dieser Saum der Mediterranflora eine Unterbrechung. Uebrigens herrschen die gleichen klimatischen Bedingungen von der Mündung des Isonzo in Illyrien bis zum See von Scutari in Albanien.

Da nun aber auch von hier aus jener Gürtel südlicher Vegetation um die ganze griechische Halbinsel und über Thracien bis zu den Balkan-
ausläufern am schwarzen Meere (43° N. B.) sich fortsetzt³¹⁾, so ist die illyrisch-dalmatische Flora viel enger mit der griechischen, als mit der italienischen verbunden. Denn hier wiederholen sich die grossen klimatischen Verschiedenheiten nicht, durch welche die spanischen Küsten und in anderer Weise auch die italienischen sich von einander absondern. Das Gemeinsame beruht auf der strengeren Winterkälte, aber diese ist vom adriatischen Meere bis zum Bosphorus so wenig abgestuft, dass die Untersuchungen über den Wärmeunterschied des Januar und August in Janina, Athen und Konstantinopel³²⁾, den einzigen, aber für diese Frage so günstig gelegenen Orten, von denen bis jetzt solche Messungen bekannt geworden sind, Werthe ergeben, die nur etwa um 2° in östlicher Richtung zunehmen ($15^{\circ},4 - 17^{\circ},7$ R.). Die immergrüne Vegetation wird auf der griechischen Halbinsel nicht bloss durch die Dürre des Sommers, sondern auch, wenngleich nur vorübergehend, durch die kühlen Wintermonate in ihrer Entwicklung gehemmt, sie erleidet zwei Unterbrechungen, von denen die eine in Andalusien und bei Nizza kaum zu bemerken ist. Die Vegetationszeit ist daher unter gleicher Isotherme doch weit kürzer, als an den westlicher gelegenen Küsten. Dennoch ist auch hier die Flora zu drei Regionen gegliedert, nicht so sehr nach der geographischen Lage, wie nach dem Niveau, welches auf der griechischen noch weit mehr, als auf den übrigen Halbinseln, abgeschlossene, selbständige Räumlichkeiten von einander absondert. Die mitteleuropäische Flora greift von Norden her ununterbrochen tief in das Innere ein und beherrscht den grössten Theil des Landes, aber auch die alpine Vegetation zeigt auf den kälteren Höhen, die wie Inseln so unregelmässig aus den vielfach verschlungenen Gebirgsketten hervortauchen, eine Mannigfaltigkeit, wie sie in Spanien oder auf dem Apennin nur an wenigen Punkten erreicht wird. Die eigenthümliche Bildung von ringförmig in sich selbst zurücklaufenden Bergketten, die in den unterirdischen Wasserabflüssen des illyrischen Karstes zuerst hervortritt, wiederholt sich vielfach von Kroatien bis Macedonien und Griechenland, sie erzeugt abgeschlossene Thalfächen, oft von bedeutendem Umfang und durch fruchtbaren Alluvialboden eine dichte Bevölkerung zusammenführend,

Ebenen, die doch nirgends so hoch liegen, dass ein Plateauklima sich ausbilden könnte, aber sie trägt bei, die einzelnen Abschnitte der Flora selbständiger zu gestalten, indem nach dem verschiedenen Niveau das Klima sich abstuft und zugleich das fließende Wasser, durch enge Thalschluchten und Katavothren sich ergießend, die Pflanzen weniger leicht verbreiten und mischen kann. Von Albanien aus dringt nun die immergrüne Region mehr oder weniger tief von den Küsten aus in das Innere ein und erreicht bei Janina die centrale Kette des Pindus (40° N. B.). Da dies an der Ostseite desselben, in Thessalien nicht der Fall ist, sondern hier erst im Ausgangspunkte der gebirgsumschlossenen Ebene, im Thal Tempe, eine solche Vegetation, dann aber auch in grösster Ueppigkeit, sich entwickelt, so reicht die mitteleuropäische Flora daselbst auch ausserhalb des Gebirgs ununterbrochen bis zur Breite des südlichen Kalabrien (39°). Und selbst jenseits des Isthmus ist das Bergland von Arkadien auf seinen Hochebenen noch mit Wiesen³³⁾, wie der Norden ausgestattet, die der dortigen Viehzucht förderlich sind. In Südalbanien dagegen, sowie in den livadischen Provinzen Griechenlands und in einem grossen Theile von Morea ist die südliche Vegetation weitläufiger über das Land verbreitet³⁴⁾, aus dem immergrünen Meere der Sträucher erheben sich die Berge kahl oder mit Wäldern gekrönt in schmaleren Ketten oder massigen Gipfeln. Von diesen Landschaften ist vielfach behauptet worden, dass das Klima und damit auch die Vegetation seit dem Alterthum sich wesentlich geändert habe und durch die Zerstörung der Wälder der Kreislauf des Wassers so gemindert sei, dass hieraus sich die Abnahme der natürlichen Hülfquellen des Bodens und das Sinken der einstigen Kulturbülthe zum grossen Theil erkläre. Diese Meinung muss, wie Unger aus Dokumenten des Alterthums nachgewiesen³⁵⁾, für sehr übertrieben gehalten werden. Es ist natürlich nicht in Abrede zu stellen, dass der Mensch überall, wo er seine Herrschaft über ursprüngliche Naturzustände ausbreitet, die Wälder lichten muss, um der Erde einen höheren Zoll abzufordern, dass er dadurch entschieden in die Ordnung der physischen Welt eingreift, dass unter seiner Pflugschaar das Klima nicht bloss trockener, sondern auch kontinentaler wird und die stille Thätigkeit des Baumlebens, aus grösseren Tiefen die Nahrungstoffe des Pflanzenreichs an die Oberfläche zu fördern,

keinen Ersatz findet. Auch sind ohne Zweifel im ganzen Gebiete des Mittelmeers durch die lange Dauer der Kulturblüthe ihrer Bewohner und durch den Verfall ihrer Epigonen diese Einflüsse gesteigert worden. Aber mit Recht ward gesagt, dass »die Kultur sich keineswegs ihr eigenes Grab grabe«. Denn viel mächtiger und allgemeiner wirken die Kräfte der Natur, als der Kampf des Menschen gegen sie. Wenn Attika in der That bedeutend verloren hat, wenn hier der Regenfall nur noch 9 Zoll im Jahre beträgt, wie es gewiss nicht der Fall gewesen, als die Höhen noch waldreich waren, so haben sich dagegen in Nordalbanien die ausgedehnten Eichenwälder erhalten, die von hier aus über Serbien zur Donau reichen und auf das Klima der ganzen Halbinsel ohne Zweifel von weit bedeutenderem Einflusse sind, als die kahlen Küsten Griechenlands. In der That ergeben die Messungen des Regenfalls schon in Janina den hohen Werth von 48 Zoll, ebenso viel etwa wie in einem feuchten Alpenthal, freilich in einer für die Vegetation sehr ungünstigen Vertheilung³⁶). Der Zusammenhang der mitteleuropäischen Vegetation von Nordalbanien und Macedonien mit Serbien und Ungarn ist in jenen Wäldern am deutlichsten ausgesprochen und wird dadurch befördert, dass in der Gegend des Amselfeldes (42° N. B.) die Verbindungen der bosnischen Alpen mit den östlichen Ketten des Balkan und der Rhodope mehrfach durch Lücken unterbrochen sind. Hier liegen am Fusse des nördlichen Scardus die weiten Thalbecken am weissen Drin und im Quellgebiete des Vardar in einem weit tieferen Niveau [700—850 Fuss³⁷], als an den Küsten die immergrüne Region ansteigt. Dass aber demohngeachtet im Inneren des Landes die Vegetation rein mitteleuropäisch ist und mitten im Sommer kein Anzeichen der Dürre erkennen lässt, beweist, dass der Sommerpassat diese Gegenden nicht erreicht. Ebenso wie in Italien der Apennin es ist, der den Sommer der Lombardei dadurch fruchtbarer macht, dass er die trockenen Winde abhält, wirken hier die albanisch-griechischen Gebirgsketten. Eine Linie, die, von den dinarischen Alpen ausgehend, über die Stromengen des Drin bei Skutari bis zum hohen Tomoros bei Berat von der Küste allmählig sich entfernt, dann in südöstlicher Richtung den Pindus erreicht (40° N. B.) und zuletzt in der Othrys-Kette (39°) endet, bildet die Grenze der Landschaften mit regenfreiem Sommer gegen das innere, mitteleuropäische Vege-

tationsgebiet. Man kann daher hier mit noch grösserem Rechte, als in Italien, diesen weiten Raum der nördlichen Flora zutheilen, weil kein zusammenhängender Gebirgskamm denselben von den Donauländern scheidet. Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich in der östlichen, macedonisch-thracischen Hälfte der Halbinsel. Hier scheint die Rhodope einen ähnlichen Einfluss auf die Entwicklung des Sommerpassats zu äussern, wie dort der Pindus. Auf das Reichste ist die Mediterranflora von der thessalischen Küste aus über die Vorgebirge von Chalcidice ausgebreitet, aber in Thracien nimmt sie allmählig Bestandtheile der Steppenvegetation auf: hier sind weitere Forschungen im Maritzathal und Bulgarien erforderlich, um die Grenzen des Steppenklimas im Donaudelta mit der mitteleuropäischen und immergrünen Vegetation genauer festzustellen.

Die vierte, die anatolische Halbinsel, ist Spanien sowohl an Gestalt und Grösse, als in der Bildung der Oberfläche ähnlich, unterscheidet sich aber dadurch, dass die Hochebene, welche durch das Innere sich erstreckt, und die von der Küste oft nur durch Randgebirge und schmales Vorland getrennt ist, in einem höheren Niveau liegt und durchschnittlich auf 3000 Fuss geschätzt werden kann. Durch das Relief entsteht hier ein wirkliches Steppenklima, die Vegetationszeit ist auf eine kurze Frühlingsblüthe eingeschränkt. Da ferner Kleinasien mit dem noch höher gelegenen armenisch-persischen Hochlande in ununterbrochener Verbindung steht, kann man nur die Küstenlandschaften mit dem Mittelmeergebiet naturgemäss zusammenstellen. Durch diese Verknüpfung der Steppen aber mit der immergrünen Region, sowie durch die über das ganze Hochland unregelmässig vertheilten alpinen Gebirge, auf denen sowohl nord-europäische Gewächse wiederkehren, als auch reiche, selbständige Vegetationscentren in ursprünglicher Absonderung verharren, ist die Flora Anatoliens noch weit mannigfaltiger als die spanische. Aber auch die Küstenlandschaften, welche für die hier zu besprechenden Fragen allein in Betracht kommen, zeigen ganz ähnliche klimatische Gegensätze, wie in Spanien, und diese sind ebenso, wie dort, der Ausdruck ihrer verschiedenen, maritimen Lage. Während das Klima der Westküste Ioniens, den normalen Verhältnissen der geographischen Breite und kontinentalen Stellung Anatoliens entsprechend, sich unmittelbar an das der griechischen Küsten anschliesst und

daher einen umfassenden Austausch der Pflanzen über das ägäische Meer gestattet hat, erinnert das Vorland von Cilicien an das heisse Andalusien, das Litoral des Pontus in seiner östlichen Hälfte an die Feuchtigkeit Asturiens. Wie ferner der spanische Süden mit dem gegenüberliegenden Theile Afrikas und die kantabrische Küste mit dem westlichen Frankreich durch Klima und Vegetation verbunden sind, so geht auch die cilicische Flora in die syrische, die pontische in die Mingreliens über, ohne dass die Aenderung der Küstenlinie hier irgend einen bemerklichen Einfluss auf diese Verhältnisse ausübt. Die ionische Westküste zeigt uns im Klima von Smyrna³⁸⁾ fast denselben Unterschied des wärmsten und kältesten Monats, wie Athen (18° R.); von der benachbarten Insel Chios kennt man dieselbe Regenarmuth (62 Regentage im Jahr). Die Dürre des Sommers muss hier auch deshalb besonders gross sein, weil der Passat von dem Tafellande herabkommt. Dasselbe gilt auch von dem südlichen Litoral, wo in der That nach den Beobachtungen in Tarsus an der cilicischen Küste die Zahl der Regentage noch geringer ist (nur 46 im Jahr). Aber hier steigert sich die Temperatur bedeutend, nicht bloss wegen des doch nur geringen Unterschiedes der Breite, sondern aus denselben Ursachen, wie in Nizza, weil die hohen, westöstlichen Taurusketten steil über das Vorland sich erheben und die nördlichen Winde abhalten. Hier ist daher der kontinentale Charakter des Klimas aufgehoben, der Winter, wiewohl doch zuweilen Schnee fällt, ungemein milde, und der Unterschied des wärmsten und kältesten Monats beträgt nur 14° R. Der Südküste Anatoliens entspricht die Grenze der Dattelpalme, die von Syrien aus bis Lycien hier und da vorkommen soll, aber der westlichen Abdachung der Halbinsel fehlt. Verwickelter sind die klimatischen Erscheinungen an der Nordküste, am schwarzen Meere. Die Olivenkultur, die dem Süd- und Westrande Anatoliens gemeinsam ist und noch bei Brussa am Fusse des bithynischen Olympos in voller Blüthe steht, hört am Bosphorus auf und fehlt in dem westlichen Abschnitt der pontischen Küste, um jenseits des Vorgebirgs von Sinope im Osten noch einmal wiederzukehren³⁹⁾. Wenn die Ursache dieser Erscheinung auf dem strengeren Winter von Konstantinopel beruht, so handelt es sich dabei doch nur um Grenzwerte, die hier überschritten und in Trapezunt nicht erreicht werden. Aber die Unterschiede in dem Vegetationscharakter

des westlichen und östlichen Theils der Nordküste von Anatolien sind viel bedeutender, als dass sie hiedurch zu erklären wären, sie begründen eine abgesonderte pontische Flora, während westlich von Sinope die Vegetation der der thracischen Küsten am Bosphorus entspricht. Die Flora des Pontus hingegen, wie sie aus den Sammlungen von Trapezunt und Lasistan bekannt geworden ist, stimmt mit der der Ostküste von Mingrelieu bis zum Fusse des Kaukasus überein. Sie besitzt zwar auch eine immergrüne Region, wie das übrige Litoral Anatoliens, aber die geselligen Sträucher, die sie bilden ⁴⁰⁾, sind theils eigenthümliche Arten, theils nehmen sie mitteleuropäische Holzgewächse unter sich auf und gedeihen in ungewohnter Ueppigkeit dicht verschlungenen Wachstums. So entsteht hier ein selbständiges Uebergangsgebiet zur nordeuropäischen Flora, zu den Wäldern des Kaukasus und den höheren Regionen der pontischen Gebirgskette. Die klimatische Ursache liegt in den Feuchtigkeitsverhältnissen, die an dieser Küste durchaus von den Bedingungen der Mediterranflora abweichen. Denn der Sommer, der in Konstantinopel nur 6 Regentage zählt, hat in Trapezunt 28, ja der Juni ist daselbst der feuchteste Monat des ganzen Jahrs. Die pontisch-mingrelische Küste gehört zu den Landschaften, wo die Niederschläge über das ganze Jahr sich so regelmässig vertheilen, dass die Vegetation durch Dürre niemals unterbrochen wird. Da nun aber die nördlichen Passatwinde im Sommer ebenso wohl in Trapezunt, wie in Konstantinopel herrschen, so werden wir auf den Reliefunterschied beider Küstenabschnitte hingewiesen, um diese Erscheinungen aufzuklären. Abich ⁴¹⁾ hatte das feuchte Seeklima Mingrelieus von dem Einflusse des Kaukasus abgeleitet, an welchem die vom schwarzen Meere kommenden Luftströmungen ihre Feuchtigkeit niederschlagen, während dieses Gebirge gegen die kalten Steppenwinde einen Schutz gewährt. Diese Bemerkung möchte Tchihatcheff, dem wir so viele treffliche Aufschlüsse über das Klima Anatoliens verdanken, auch auf die pontische Küste übertragen, die vom Kaukasus gleichfalls gegen die Kälte geschützt werde. In der That ist es bemerkenswerth, dass die pontische Flora gerade so weit reicht, als die Hauptkette des Kaukasus der anatolischen Küste nordöstlich gegenüberliegt. Hiedurch wird diese Küste gegen die erkältenden Einflüsse des russischen Steppenwinters, die an der unteren Donau fühlbar

sind, allerdings ebenso geschützt, wie Thracien durch den Balkan. Aber nicht bloss die Wärme des pontischen Klimas ist zu erklären, die in Konstantinopel sich nicht erheblich geändert zeigt, sondern auch die Feuchtigkeit des Sommers, wodurch die Entwicklungszeit der Pflanzen sich verschiebt. Wie könnte der Kaukasus in so weiten Entfernungen auf den Dampfgehalt der Atmosphäre wirken, noch dazu wo ein weites Meer dazwischen liegt? Die Ursache der Feuchtigkeit der Pontusküste wird daher auf den pontischen Gebirgen selbst zu suchen sein, die sich steil aus dem Litoral zu alpiner Höhe an den nahen Grenzen Armeniens erheben und im Sommer um so reichlichere Niederschläge entladen müssen, als ihre Axe dem zu dieser Zeit herrschenden Seewinde, eben dem Sommerpassat senkrecht gegenüber liegt. Zwar folgen auch noch westlich von Sinope einige hohe Bergzüge, aber von dem nördlichen Vorgebirge Anadolien aus biegt sich die Küste nach Südwesten, der Gebirgskamm noch entschiedener, als das Litoral, so dass nun der Sommerpassat ihnen entlang weht oder sie unter kleinem Winkel schneidet und also, in seiner horizontalen Richtung verharrend, den Wasserdampf bewahrt, von dessen Verdichtung die Feuchtigkeit des Pontus, von dessen Lösung die Dürre der warmen Jahreszeit am Bosphorus abhängt. In dem feuchteren Klima hat sich dort eine dichtere Vegetation von Holzgewächsen an den Abhängen des Gebirgs gebildet, die nun auch dazu beiträgt, diese Gegensätze zu erhalten und zu steigern.

Die äussersten Ostgrenzen des Mittelmeergebiets liegen auf dem Kamm der mesgischen Gebirgskette, die den Kaukasus mit dem Hochlande von Armenien verbindet und das feuchte Gebiet des pontischen Rion von den trockeneren Landschaften am kaspischen Kur trennt, in denen sich das Steppenklima ausbildet. Auch der westliche Kaukasus selbst und das Gebirge an der Südküste der Krim scheiden die russische Steppe von der immergrünen Vegetation, aber in der Weise, dass auf dem Litoral der taurischen Halbinsel noch einmal wieder die reine Mediterranflora sich wiederholt, wie in Nizza und Illyrien gegen Kälte geschützt durch die steile Böschung der Gebirgskette. So sind es überall die Höhenzüge je nach ihrer Anordnung, Richtung und Höhe, die an den Küsten des schwarzen Meers drei verschiedenartige Floren in schroffen Uebergängen von einander absondern, die Mediterranflora im Südwesten und auf dem

gegentüberliegenden Litoral der Krim, die pontische in der östlichen Hälfte von Sinope bis zum Kaukasus, und eine Steppenvegetation im Nordwesten, wo der Boden flach ist und der Einfluss der Gebirge aufhört.

Wie nun im Osten die Flora des Mittelmeergebiets sich vielfach mit den Steppen berührt, so grenzt sie im Süden an die Wüste, an die regenlose Zone Afrikas und Arabiens. Die klimatischen Verhältnisse sind hier viel übereinstimmender, als auf den Halbinseln. Syrien auf der einen, Algerien und Marokko auf der anderen Seite, wiewohl getrennt durch den breiten Abschnitt der tripolitanisch-ägyptischen Küste, wo die Sahara fast überall bis an das Meer reicht, zeigen ziemlich dieselben Vegetationsbedingungen. Der Unterschied des kontinentalen Klimas ist hier im Osten fast aufgehoben: das Gemeinsame, was diese Länder unter sich und zugleich mit Andalusien und Sicilien verbindet, ist die verlängerte Dauer der trockenen Jahreszeit und die höhere Temperatur des Winters⁴²⁾. Aber wiewohl diese Verhältnisse auf die Nähe der regenlosen Zone hindeuten, so ist doch der Uebergang zur Sahara fast überall ein plötzlicher. Noch in Jerusalem wurden 69 Regentage gezählt, und wenige Meilen südwärts betritt man die regenlose Wüste Arabiens. Und dabei bleibt doch die plastische Bildung des Landes die nämliche, wogegen in Afrika der Atlas als eine natürliche Wetzerscheide zwischen der Sahara und der Mediterranflora der Küstenlandschaft gelten kann. Alles hängt nur davon ab, ob die Regen bringenden Aequatorialströmungen des Winters bis zu dem Erdboden niedersteigen oder nicht: hiedurch wird eine scharfe Grenzlinie auch in der Ebene gebildet. Uebergangslandschaften zwischen der Mediterran- und Wüstenflora sind daher nur an wenigen Orten bekannt, die in dem Abschnitt über die Sahara erwähnt werden sollen. In dem Litoral von Cyrene, wo die Wüste durch einen Höhenzug vom Meere abgesondert ist, scheint die Vegetation sich ähnlich, wie in Algerien, zu verhalten. Die Mediterranflora Syriens hat dagegen mit der Nordafrikas nur wenig Verwandtschaft, nicht mehr, als irgend welche andere Küstenlandschaften Südeuropas, wovon die Ursache zunächst wohl nur in dem weiten Abstände ihrer Vegetationscentren, in der maritimen Sahara liegt, die sie trennt. Aber feinere, klimatische Momente möchten doch auch wohl zu beachten sein. Die

Winterregenzeit von Algier, die hier von Nordwestwinden begleitet wird⁴³⁾ und also auf der Feuchtigkeits des atlantischen Meers beruht, ist regelmässig ausgebildet und herrscht vom November bis Februar, vier Monate lang, mit grosser Beständigkeit. In Syrien ist der Eintritt der Regenzeit unbestimmter und die Niederschläge erfolgen fast nur in vorübergehenden, aber sehr ergiebigen Gewittergüssen⁴⁴⁾, wodurch sie sich den auch in der Sahara zuweilen vorkommenden Erscheinungen näher anschliessen. Die Befeuchtung der Vegetation ist also in beiden Ländern verschieden geordnet, und der Unregelmässigkeit des Wasserzuffusses hat nur die Organisation der syrischen Pflanzen Widerstand zu leisten. Algerien auf der anderen Seite ist auch dadurch näher mit der andalusischen Flora verbunden, dass der Atlas ähnliche Regionen absondert, wie die gegenüberliegenden Gebirge des südlichen Spaniens. Noch an der südlichen Abdachung des Atlas ist zwischen dem Hochgebirge und der Sahara eine Vegetation eingeschaltet, die mit den Steppen des andalusischen Tafellandes zu vergleichen ist.

Endlich wird das Gebiet der eigentlichen **Mediterranflora** noch durch die Inseln und Archipele beträchtlich erweitert, die überall diese Vegetation in reinsten Gestalt entfalten und ihre Mannigfaltigkeit häufig durch ihre eigenthümlichen Vegetationscentren erhöhen. Von Korsika und den Balearen bis Thasos und Cyprien schliessen sie sich in ihrem Klima und ihrer Vegetation stets genau an die kontinentalen Landschaften an, denen sie geographisch zunächst gelegen sind.

Nach dieser Uebersicht der klimatischen Verschiedenheiten, durch welche das Mittelmeergebiet in natürliche Abschnitte getheilt wird, sind nun die Einflüsse näher zu betrachten, denen die Vegetationszeit durch die Vertheilung des Regens und die Temperaturkurve des Jahrs unterliegt. Da aber diese Verhältnisse in den Gebirgsregionen und Uebergangslandschaften denen des mittleren und nördlichen Europas entsprechen, so können wir uns auf den Entwicklungsgang der **Mediterranflora** beschränken, haben aber, um diesen richtig aufzufassen, zuvor die Erfahrungen der Landwirthschaft über die Kulturgewächse Südeuropas zu beachten.

Geht man von der höheren Wärme des Südens aus, so zeigt sich, dass diese die Entwicklung der Cerealien auf andere Perioden

überträgt, und dass, je weiter man sich von den Alpen aus Afrika nähert, die Zeit ihrer Ernte früher eintritt. In demselben Jahre, in welchem der Winterweizen in Rom zu Anfang Juli reif ward, erntete man ihn in Neapel einen Monat früher, in Palermo in der zweiten Hälfte des Mai und in Malta schon in der Mitte dieses Monats, und da auch die Saat in den nördlicheren Gegenden früher, als in den südlichen bestellt wird, so verhielt sich die von der Keimung bis zur Ernte verflossene Zeit in noch höherem Grade ungleich, sie betrug an jenen Orten der Reihenfolge nach 242, 195, 171 und 164 Tage, in Malta war sie gegen Berlin (299 Tage) fast um die Hälfte verkürzt⁴⁵). Diese Beschleunigung ist indessen nicht eine Folge schnelleren Wachstums, sondern davon, dass die in den Wintermonaten stattfindende Unterbrechung desselben nach Süden allmählig aufhört. Der Winterweizen tritt, nachdem die Saat gekeimt ist, in den Stillstand der Entwicklung ein, wenn die Temperatur unter 6° R. zu sinken anfängt. In Berlin haben die 5 Monate November bis März einen tieferen mittleren Thermometerstand, es bleiben daher 6 Monate, der Oktober und die Zeit von April bis August für die Entwicklungsperiode des Weizens übrig. In Palermo, wo die Mittelwärme des kältesten Monats über 8° beträgt, fällt dieser winterliche Stillstand weg und die Zeit von der Saat bis zur Ernte beträgt ebenfalls beinahe 6 Monate. Doch lassen sich, wie wir später sehen werden, aus diesem Verhältniss nicht alle Unterschiede der Periode erklären.

Allgemein aber entspringt für Südeuropa schon daraus ein grosser Vorzug vor dem Norden, dass derselbe Acker dort in demselben Jahre mehrere Früchte nach einander erzeugen kann. Schon in den südlichen Alpenthälern, in Kärnthen, erzielt man nach der Kornernte einen herbstlichen Ertrag von Buchweizen. In der Lombardei sodann beruht der hohe Ertrag des Bodens nicht bloss darauf, dass zwischen den Pflanzungen der Maulbeerbäume und den sie verknüpfenden Weinreben auch Cerealien und andere Kulturgewächse von noch weit längerer Entwicklungsperiode gebaut werden, sondern erhöht sich auch dadurch, dass man mehrere Ernten demselben Acker in einem Jahre abgewinnt. Weiterhin im Süden aber, wo die Sommerregen der Lombardei aufhören, treten allmählig wiederum entgegengesetzte Bedingungen des Ackerbaus hervor, indem ihn die

trockene Jahreszeit auf ein kürzeres Zeitmass einschränkt. Denn nur wenige Gewächse, wie der Weinstock, können die Dürre des Sommers ertragen. In der Gegend von Montpellier sieht man im August kaum irgend ein anderes grünes Blatt, als das Laub der Weinrebe, die vermöge ihrer tief in den Boden dringenden Wurzeln die allmähig immer weiter hinabsinkende Feuchtigkeit des Grundwassers aufzusaugen und dadurch den Kreislauf ihres Saftes zu erhalten vermag.

Der Ackerbau der südlichen Gegenden und in noch höherem Grade der des Orients ist daher, wenn er nur auf den natürlichen Hilfsquellen der Atmosphäre beruht, auf immer kürzer werdende Perioden des Jahrs eingeschränkt. Die Zeit der Dürre verlängert sich, und wenn auch in Andalusien wegen der Milde des Winters doch noch eine längere Reihe von Monaten übrig bleibt, in welcher die Entwicklung der Pflanzen nicht ganz unterbrochen ist, so wird sie im Orient und auf dem Tafellande Spaniens nicht bloss durch die trockene, sondern auch durch die kalte Jahreszeit in engere Grenzen eingeschlossen. Beschleunigung der Bildungsprocesse ist im organischen Leben nicht eine nothwendige Folge gesteigerter Wärme; soweit sie möglich ist, hat sie für jede Pflanze ein äusserstes Mass, welches nicht überschritten werden kann, weil jede Phase einer bestimmten Zeit bedarf, um die Arbeit des Wachstums zu vollenden. Gewächse von längerer Vegetationsperiode, wie der Reis, der Mais, können ihre Entwicklung nicht auf vier Monate zusammendrängen, zuletzt folgen Landschaften, wo der Anbau der Cerealien überhaupt nicht mehr möglich wäre.

Allein diese Einschränkungen sind durch die Thätigkeit des Menschen zu besiegen, der das fliessende Wasser des Gebirgs dem Ackerbau dienstbar macht. Dadurch werden im Süden unendlich viel günstigere Vegetationsbedingungen geschaffen, als wir in unserem Norden kennen, ein weit grösseres Zeitmass der Wärme, verbunden mit unbegrenztem Zufluss von Wasser, wie bei uns. Dazu kommt aber noch ausserdem, dass das fliessende Wasser ein viel vollkommneres Nahrungsmittel für die Pflanzen ist, als das atmosphärische, weil es, durch Quellen gespeist, die löslichen Mineralstoffe des inneren Felsgebäudes der Erde an die Oberfläche führt und der Vegetation, mit der es in Berührung tritt, zum steten Verbräuche darbietet. Auf diesem Austausche des Bodens, in dem die

Pflanzen wurzeln, mit den unerschöpflichen Nahrungstoffen des Erdinnern beruht die Erhaltung des vegetativen Lebens überhaupt, hiedurch allein ist die Fruchtbarkeit eines Landes für die entfernteste Zukunft gesichert, die, wenn die Quellen der Ernährung auf die geringe Erdkrume der Oberfläche beschränkt blieben, durch die Verwitterung, den Verbrauch der Nahrungsstoffe und die schliessliche Ueberführung derselben in unlösliche, dem Organismus unzugängliche Verbindungen, bald im Kampf mit der unorganischen Natur unterliegen müsste. Je mehr dagegen durch den unterirdischen Kreislauf des Wassers die Erneuerung der Erdkrume an der Oberfläche gesichert ist, desto reicher wird der Schatz, den die organische Natur zu heben und auf der todtten Fläche zu Bildungen zu gestalten hat, die nicht bloss die Landschaft künstlerisch schmücken, sondern auch die Quellen des Wohlstandes und der erhöhten menschlichen Entwicklung sind. Im Gebiete des Mittelmeers beruht also zwar in einzelnen Gegenden, wie in der Lombardei, die dem Norden überlegene Zeugungskraft des Klimas auf den freiwillig gewährten Gaben der Natur, im tieferen Süden dagegen und im Osten wird sie erst durch die Mitwirkung des Menschen, durch die Unterhaltung einer künstlichen Bewässerung entfesselt. Es ist gewiss eine denkwürdige Erscheinung, dass da, wo die Wiege der Kultur stand, wo der Ackerbau, die Bedingung höherer Geistesbildung, erfunden ward und viele Jahrhunderte lang blühte, im Kampfe mit der stummen Natur der menschlichen Thätigkeit grössere Schwierigkeiten, aber auch reichere Hilfsmittel zu Gebote standen, als im Norden, wo das Wasser dem Boden von selbst zufliesst. Durch die Irrigationen, die einen festen Wohnsitz voraussetzen, musste bei den orientalischen Völkern des Alterthums jene Energie sich beleben, welche die vereinzelt Stämme zu gemeinsamer Arbeit verband und dadurch die sittliche Ordnung gesellschaftlicher Zustände begründete. Mit dieser Energie ist auch in späterer Zeit die Herrschaft über die Natur zu Grunde gegangen, verödete Steppen nahmen wieder den Raum der fruchtbarsten Landschaften ein. Aber das Erworbene ging zu anderen Völkern und zuletzt zu denen des nördlichen Europas über, die berufen waren, nicht mehr im Kampfe mit natürlichen Schwierigkeiten, sondern durch Aneignung der in den Geheimnissen der Natur verborgenen Hilfsmittel die Herrschaft über das Unorganische höher

auszubilden und das geistige Leben dadurch noch mannigfaltiger zu bereichern.

Zu künstlichen Irrigationen ist das Gebiet des Mittelmeers mit der reichen Gliederung seines Niveaus ganz besonders geeignet, und was durch die Schuld erschlafte Zeiten vernachlässigt oder verloren wurde, können die Nachkommen wieder herstellen. In der gegenwärtigen Zeit, wo in so weitem Umfange der Ackerbau danieder liegt, wo in Spanien und vielen Gegenden des Orients durch die Entwaldung der Gebirge der Wasserzufluss ärmlicher und unregelmässiger geworden und dadurch die Erneuerung ehemaliger Bewässerungsanstalten erschwert ist, sind die fruchtbarsten Landschaften, wo sie sich erhalten, wie der Garten von Valencia, zuweilen den verödeten so unmittelbar in die Nähe gerückt, dass die Nachtheile des trockenen Sommerklimas für die Vegetation nirgends deutlicher hervortreten. Ihren einheimischen Formen hat zwar die Natur mannigfache Hilfsmittel der Organisation verliehen, der Dürre Widerstand zu leisten, aber der rege Saftumtrieb, das Wachsthum der Organe ist doch nur in denjenigen Monaten möglich, in denen atmosphärische Niederschläge stattfinden. Die Theorie zeigt, dass an den Südgrenzen des Gebiets dieselben eigentliche Winterregen sind, dass sie nordwärts allmähig zu zwei Perioden grösserer Feuchtigkeit, zu Herbst- und Frühlingsregen aus einander treten, bis diese dann endlich diesseits der Alpen zu dem Maximum des Sommerregens in Mitteleuropa sich wieder vereinigen⁴⁶⁾. Aber wie die örtlichen Einwirkungen diese Vertheilung der Niederschläge vielfach verändern, so sind auch auf der Nordküste Afrikas, der Zone des Winterregens, die Herbst- und Frühlingsmonate noch feucht genug, um die Pflanzenwelt zu beleben. Die Masse des Regens in den feuchtesten Monaten ist ein Ueberfluss, dessen die Vegetation nicht bedarf. Ihre Entwicklungsperiode beginnt daher mit den ersten herbstlichen Niederschlägen und dauert zuletzt noch eine Zeit lang im Anfang der trockenen Jahreszeit fort, bis die Wurzeln keine Feuchtigkeit mehr in den Bodenschichten finden, in welche sie eindringen. Aber diese lange Dauer der Vegetationszeit, welche der Vertheilung der Niederschläge entspricht, wird auf der anderen Seite durch den Gang der Temperatur wiederum eingeschränkt. Wo im kontinentaleren Klima die Winterkälte das Wachsthum unterbricht, ist die Periode in zwei

Abschnitte geschieden, die durch die Blüten des Herbstes und des Frühlings bezeichnet sind. Allein auch da, wo die Temperaturgrade eine stetige Vegetation vom Herbst bis zum Frühling gestatten würden, sind es nur gewisse, oft nur einzelne Gewächse, die gegen den Wechsel des Sonnenstandes sich ganz gleichgültig verhalten. Um dieses Verhältniss zu erläutern, ist näher auf das Verhältniss zwischen Wärme und Vegetation einzugehen.

Suchen wir zuerst die mittlere Temperatur der Vegetationszeit zu bestimmen, so ergeben sich Schwierigkeiten, die zwar bis jetzt nicht zu heben sind, aber auch, wenn sie gelöst wären, gewisse Thatsachen nicht erklären würden. Es müssten genauere Beobachtungen über die Zeit des Stillstands im Wachsthum vorliegen, und an diesen fehlt es in den meisten Gegenden noch ganz. Nur wo die Vegetation ununterbrochen vom Herbst bis zum Anfang des Sommers fort dauert, könnte man die klimatischen Messungen dazu benutzen. So berechnet, liegt der mittlere Temperaturwerth der Vegetationszeit, also die Wärme, die den Pflanzen bei ihrem Wachsthum wirklich zu Gute kommt, durchschnittlich etwa ebenso hoch, nicht höher, als in Nordeuropa, oder nur um einen oder wenige Grade⁴⁷⁾. Hiedurch kann der verschiedene Charakter der Vegetation nicht erklärt werden, auch wenn weitere Beobachtungen zeigen sollten, dass dieser Werth in östlicher gelegenen Meridianen nach Abzug des winterlichen Stillstandes sich nicht wesentlich ändere. Der Unterschied in den Wirkungen der Temperatur auf die Vegetation in Nord- und Südeuropa liegt nicht darin, dass hier ein Grenzwert überschritten wird, sondern in dem erweiterten Spielraum für die Dauer der Entwicklungszeit, weil die südlichen Pflanzen mit ungleichen Kräften in die trockene Jahreszeit eintreten und daher eine weit grössere Mannigfaltigkeit der Formen möglich wird. Wäre es die Winterkälte allein, die sie zurückhält, in ein nördliches Klima einzudringen, so würden sie an den atlantischen Küsten ihr Gedeihen finden, und dass dies bei manchen der Fall ist, lehrt ihre Verbreitung. Andere bedürfen einer längeren und mit der Wärme unseres Sommers verbundenen Entwicklung, und diese sind es, die gegen die trockene Jahreszeit am besten geschützt sind. Dann giebt es wiederum andere, die gleichsam rasch vortübereilend die Erde mit vergänglichem Blüthenschmuck bekleiden, aber entweder einer langen

Vorbereitung in ihren unterirdischen Organen bedürfen (Zwiebelgewächse), oder auch nur, an bestimmte Phasen der Temperaturkurve gebunden, sich in anderen Zeiten gleichgültig ruhig verhalten (annuelle Pflanzen). So kommt es, dass der Wechsel der in den einzelnen Monaten bedeutender hervortretenden Pflanzenformen viel grösser ist, als im Norden, und dass der Anfang und Schluss der Vegetationsperiode sich viel schwieriger bestimmen lässt, weil er für die verschiedenen Formen so ungleich ist. Wie im Norden die Frühlingspflanzen anderen Bedingungen unterworfen sind, als die Hauptmasse der Vegetation, so scheidet sich die Flora Südeuropas in zahlreichere Gruppen, denen eine eigenthümliche Entwicklungsperiode bald von kürzerer, bald von längerer Dauer zukommt.

In dieser Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, worauf der grössere Formenreichtum der Mediterranflora beruht, lässt sich das allgemeine Gesetz nicht verkennen, dass die Vegetation im Frühlinge bei Weitem kräftiger sich entwickelt, als im Herbst. In den Frühling fällt die Blüthezeit der meisten Gewächse. Diese Jahreszeit kann man in dieser Beziehung mit dem Sommer des Nordens vergleichen, die Herbstblüthen dagegen mit unseren Frühlingspflanzen. Zwischen beiden liegt in Nizza, ob auch der December hier ebenso warm sein möge, wie der Februar, eine Periode, in welcher fast keine Blumen zu erblicken sind⁴⁸⁾. Es leuchtet ein, dass dieser Stillstand der Entwicklung nicht unmittelbar durch die Temperaturkurve des Winters zu erklären ist. Feucht ist der Erdboden genug, im Herbst wie im Frühling, die Wärme des November (10^0) ist ebenso hoch, wie im April, und doch gleichen im ersteren Monat die Eindrücke des Pflanzenlebens unserem Spätherbst, im letzteren prangt die Landschaft von frisch belaubten Bäumen und von reichstem Blüthenschmuck. Es fragt sich also, welche klimatische Ursache dies bewirken kann, warum die Bäume mit periodischer Laubentwicklung im December in Nizza blattlos dastehen und selbst die immergrünen, wie der Oelbaum und die Orange, gerade im Januar neue Blätter treiben. Wenn das Klima dabei überhaupt mitwirkt, so kann der Unterschied nur darin bestehen, dass die Wärme bis zur Jahreswende sinkt und mit dem Januar wieder zu steigen anhebt. Es ist bekannt, dass Gewächse, die gegen die Temperatur empfindlich sind, bei steigender und sinkender Wärme sich verschieden verhalten. Dies zeigt sich

schon bei denjenigen Bäumen unseres Klimas, die bei derselben Temperatur im Frühlinge ihre Blattknospen entwickeln, bei welcher sie im Herbst den Laubabfall durch Entfärbung des Grüns und durch Gliederung des Blattstiels vorbereiten⁴⁹⁾. Aber wenn jede Phase der Entwicklung an das Eintreten bestimmter Temperaturgrade geknüpft ist, so liegt in dieser Erscheinung doch etwas Räthselhaftes. Man kann sagen, dass die Wachstumsphasen nicht bloss von der Wärme und Feuchtigkeit, sondern auch davon abhängen, in welchen Zustand der Organismus durch die vorausgegangenen Bildungsprocesse versetzt wurde, aber hier scheint, wie bei den Wanderungen der Zugvögel, nicht bloss das Vergangene, sondern auch das Zukünftige einen Einfluss auf das organische Leben auszuüben. Oder wenn es das Vergangene wäre, könnten es nur die Eindrücke sein, welche frühere Generationen des Gewächses empfangen, und die in dem Entwicklungsgesetz ihres Samenkorns erhalten sind, wie der Trieb des Vogels, zu bestimmter Zeit zu wandern, sich von einer Generation zur anderen forterbt. Man sieht ein, dass, wenn die Blütenbildung eines Baums einer höheren Wärme bedarf, als die ihr vorausgehende Laubentfaltung, diese Bedingung in der sinkenden Temperaturkurve des Herbstes nicht erfüllt werden würde, aber wie kommt es, dass die Blattknospen, die sich doch während des Winters nicht zu verändern scheinen, vor dessen Eintritt bei derselben Temperatur in Ruhe verharren, bei welcher sie sich im Frühlinge entwickeln? Mechanische Erklärungen bieten sich dar, sobald man die Abhängigkeit der Entwicklungsphasen von der Wärme erkennt, aber sie genügen nicht, wenn man auf den Zusammenhang des Früheren und Späteren die Aufmerksamkeit richtet. Der Organismus ist nicht bloss eine chemische Maschine, die durch äussere Einfüsse in Bewegung gesetzt wird, sondern die Bewegungen sind von innen aus so geregelt, dass, wenn auch der äussere Reiz vorhanden ist, die Wirkung unterdrückt wird, so oft es die dauernde Erhaltung des Lebens fordert. Die Mittel, dem Feuer zu widerstehen, welches die Maschine heizt, bleiben uns unbekannt, nur die Zweckmässigkeit der Vorgänge leuchtet ein, wenn wir sehen, dass, wenn es anders wäre, der Organismus zu Grunde gehen würde.

Solche Betrachtungen, die freilich dem heutigen mechanischen Geiste der Physiologie fern liegen, lassen sich auch in anderen Fällen

nicht zurückweisen, die zum Theil noch bestimmter auf verborgene Kräfte der Organismen schliessen lassen. Als ich mich in der zweiten Hälfte des Aprils 1839 in Konstantinopel aufhielt, fand ich die Holzgewächse, welche den Winter ihr Laub verlieren, noch weit zurück; die Ulmen blühten und fingen den 20. April noch nicht an ihre Blätter zu entfalten, die immergrünen Pflanzen hingegen und ein Theil der Kräuter hatten damals schon einen beträchtlichen Theil ihrer jährlichen Entwicklungsphasen vollendet⁵⁰). Ich erkannte, dass der Winterschlaf für verschiedene Klassen von Gewächsen ein ganz verschiedenes Mass habe, aber eine Erklärung zu geben versuchte ich nicht. Dies ist erst später von Vaupell unternommen, der dieselben Erscheinungen in Nizza beobachtete, und dem wir aus dem Winter von 1855—56 über die Belaubung der Bäume daselbst ausführliche Nachrichten verdanken. Die Thatfachen, die er sammelte, führten ihn zu der Ansicht, dass ausser dem Klima auch die ursprüngliche Heimath eines Gewächses auf den Zeitpunkt der Entwicklungsphasen von Einfluss sei. Während südeuropäische Bäume schon im Januar frische Blätter trieben, verzögerte sich die Belaubung der Eichen, Linden, Eschen, Ulmen und Buchen, sowie der nordamerikanischen Robinien, die also sämmtlich auch in nördlichen Klimaten gedeihen, bis zum April. Da Vaupell seine Beobachtungen mit gleichzeitigen Thermometermessungen begleitete, so ist es bis zu einem gewissen Grade möglich, zu unterscheiden, welchen Antheil an diesen Erscheinungen die Wärme hat, und was hingegen den eigenen Widerstandskräften des Organismus gegen dieselbe zuzuschreiben ist. Man kann annehmen, dass die Eichen und Eschen im nördlichen Europa erst bei einer Temperatur von $9-10^{\circ}$ R. sich belauben, und wenn nun auch dieselbe Wärme zu Nizza in der ersten Aprilwoche herrschte, in welcher diese Bäume ihre Blätter ausbildeten, so ist es doch unerklärlich, dass dies nicht schon früher geschah, indem die Temperatur von 10° R. daselbst schon am 13. Februar eingetreten war, fünf Tage andauerte und vor dem Ende des März nach manchen Unterbrechungen sogar überschritten wurde. Wie kann derselbe Wärmereiz zu einer Zeit die ruhenden Knospen in Bewegung setzen, zu der anderen nicht, ohne dass der innere Zustand des Baums nachweisbar irgend geändert ist? Dies ist eine Erscheinung, welche dem sogenannten Atavismus verwandt ist und

darin besteht, dass eine angeerbte Ordnung der Entwicklungsphasen durch veränderte klimatische Einwirkungen nicht völlig gestört, sondern nur innerhalb bestimmter Grenzen verschoben werden kann. Die Mittel, welche der Eiche zu Gebote stehen, trotz der Februarwärme von Nizza in ihrem Winterschlaf zu verharren, kennen wir nicht, aber wir können einsehen, dass die späte Belaubung auch in diesem Klima zur Erhaltung des Baums nothwendig ist. Denn da die Vegetationsperiode einer Pflanze je nach der Steilheit der Temperaturkurve und innerhalb bestimmter Grenzen verkürzt oder verlängert werden kann, so würde die Eiche, wenn sie in Nizza schon im Februar belaubt wäre, nicht mehr in voller Sommerfülle und vielleicht schon mit entfärbten Blättern in die trockene Jahreszeit eintreten. Sie würde bei sinkender Wärme wieder ausschlagen und dabei auf die Dauer nicht bestehen können. So aber, erst im April belaubt, begegnet sie mit ganzer Lebenskraft dem regenlosen Sommer und wirft erst im Herbst ihre Blätter ab. Sie ist dem südlichen Klima ebensowohl angepasst, wie dem nördlichen, wo, wenn sie im Frühlinge bei geringerer Temperatur sich belauben könnte, die Nachtfröste des April ihre noch im Wachsthum begriffenen Blätter zerstören würden. Die Buche hat ein zarteres Laub, als die Eiche, und daher nicht die gleiche Kraft, der trockenen Jahreszeit Widerstand zu leisten, weshalb sie nicht in die immergrüne Region von den Bergen hinabsteigt. Aehnliche und wegen des noch wärmeren Klimas um so merkwürdigere Beobachtungen über die Vegetationsperiode der Eiche und Buche machte Heer in Madeira⁵⁰⁾, wo zu Funchal die Mittelwärme des Winters 14⁰ R. beträgt, also noch 4 Grade höher liegt, als die Temperatur, bei welcher die Eiche in Europa sich belaubt. Nichtsdestoweniger entfärbte sie ihre Blätter zu Ende Oktober, die Buche im November, die erstere war im Februar, die letztere erst im April wieder belaubt. Der Winterschlaf der Buche hatte bei europäischer Sommerwärme 149 Tage gedauert. Innerhalb des Mittelmeergebiets scheinen die Belaubungszeiten desselben Baums auch bei grossen klimatischen Unterschieden nur geringem Wechsel zu unterliegen. So begann in Hyères nach Vaupell die Entwicklungsperiode der Ulme und des Feigenbaums zu Anfang April⁶⁸⁾, in dem benachbarten Nizza fing der Feigenbaum schon mehrere Wochen früher an auszuschlagen. Am Bosphorus, wo der

Winter so viel kälter ist und so viel länger dauert, ändert sich diese Periode kaum oder nur unerheblich: hier belaubt sich nach Tchihatcheff der Feigenbaum ebenfalls im März und die Ulme zu Ende April; im J. 1839 sah ich die Entwicklung beider Gewächse zu dieser Zeit gleichzeitig vor sich gehen. Die Unterschiede, welche an demselben Orte je nach den Individuen sich ergeben, scheinen ebenso gross zu sein, als diejenigen, welche vom Klima abhängig sind.

Vaupell's Beobachtungen in Nizza geben noch über andere Verhältnisse Aufschluss, wiewohl man seinen Erklärungsversuchen nicht überall beistimmen kann. Kein Baum belaubt sich vor dem Januar, und doch ist die Wärme dieses Monats geringer als die des December (6° im Jan., $7^{\circ}, 2$ R. im Dec.). Es scheint also, dass die sinkende Temperatur die Energie des Lebens abstumpft, die steigende sie befördert. Der kälteste Monat des Jahrs ist es, in welchem die Oelbäume, die Orangen und die Karuben (*Ceratonia*) ihre Triebe mit jungen Blättern ausstatten, und, wenn das Thermometer zu dieser Zeit einmal unter den Gefrierpunkt fällt, sieht man das in der Bildung begriffene Laub welk werden, und leicht geht es dann wieder zu Grunde. Es ist also einer Gefahr ausgesetzt, die in keinem andern Monat eintreten würde. Vaupell meint, man müsse gerade das Gegentheil von dem erwarten, was die Reihenfolge der Belaubungszeiten zeige, die nordischen Bäume, einem kälteren Klima angepasst, müssten sich früher entwickeln als die südlichen, die mehr Wärme bedürften. Allein hier ist er im Irrthum, weil er nur die Temperatur und nicht die verschiedene Dauer der Vegetationsperiode berücksichtigt, und weil, wie wir gesehen haben, die Wärme derselben im Süden gar nicht erheblich höher ist, als im Norden. Damit der Oelbaum im Mai blühen und im Herbst seine Früchte reifen oder die Orange das ganze Jahr hindurch diese Bildungen wiederholen könne, müssen die Organe, welche den Nahrungsstoff bereiten, so früh als möglich vorhanden sein, so dass sie selbst in der ungünstigsten Zeit sich erneuern. Die nordischen Bäume hingegen bedürfen bei ihrer Belaubung einer höheren Wärme, als diese, da, wenn die Blätter früher entständen, sie in den grossen Temperaturschwankungen des nordischen Frühjahrs zerstört werden würden. Daher bestehen unter diesen grosse Verschiedenheiten je nach der Empfindlichkeit der noch im Wachsthum begriffenen Blätter gegen den Frost.

In Nordeuropa belaubt sich zuerst der Fliederbaum (*Sambucus nigra*) etwa bei 4^o R., dann die Buche bei 8^o, zuletzt die Eiche bei 10^o. So ist das Eichenlaub am meisten durch die Maifröste gefährdet, wie das des Oelbaums durch die Januartemperatur des Südens, der Flieder erträgt grosse Schwankungen ohne Beschädigung. Wie aber die hiedurch gegebene Reihenfolge der Belaubung bei den verschiedenen Bäumen in einem südlichen Klima geändert wird, zeigte sich schon in der Beobachtung, dass in Madeira die Eiche beinahe zwei Monate vor der Buche ausschlägt. Solche Verschiedenheiten wiederholen sich vielfach, sowohl im westlichen, wie im südlichen Europa. So ist nach Vaupell's Untersuchung, wobei natürlich die Unterschiede, die in einzelnen Jahren nach dem Temperaturgange vorkommen können, nicht berücksichtigt werden dürfen, die Reihenfolge der Belaubung von Buchen, Eichen und Eschen an verschiedenen Orten folgende :

Buche, Eiche, Esche von der Ostsee bis München ;

Esche, Buche, Eiche in Belgien ;

Eiche, Esche, Buche in Dijon.

In Nizza belaubte sich der Flieder gleichzeitig mit dem Oelbaume im Januar, die drei anderen Bäume gleichzeitig zu Anfang April. Die Erklärung dieser Erscheinungen hat Vaupell durch eine sinnreiche Hypothese zu geben versucht, sie ist nicht so einfach, da, wenn auch die zur Belaubung jedes Baums erforderliche Wärme an verschiedenen Orten zu ungleichen Zeiten eintritt, doch die Temperaturkurve überall in gleichem Sinne vom Anfang des Jahrs an aufsteigt.

Wenn man mit A. de Candolle und Quetelet die Summen der Temperaturgrade (über einem Minimum zu Anfang der Entwicklungsperiode) oder deren Quadrate als Massstab der die Vegetationsphasen bestimmenden Werthe ansieht, bleiben solche Erscheinungen jeder mechanischen Erklärung unzugänglich. Vaupell, der diesen Weg in einigen Fällen einzuschlagen versuchte, kommt zu demselben Ergebniss. Die Fehler der Methode sind von Erman und Anderen nachgewiesen. Sie ist schon deshalb den physiologischen Vorgängen widersprechend, weil nach jeder Vegetationsphase ein Stillstand von unbestimmter Dauer eintreten kann, bis die Temperatur die Höhe erreicht, welche von der neuen Phase gefordert wird. Bei jeder

Summirung der Temperaturgrade kommt daher der veränderliche Wärmewerth in Rechnung, der zwischen beiden Phasen vorhanden war, während doch das Wachsthum stillstand. Nimmt man hingegen an, dass jede Phase an ein bestimmtes Wärmeminimum gebunden und zugleich von der Dauer der einzelnen Bildungsprocesse abhängig ist⁴⁹⁾, so kann die veränderte Ordnung in der Belaubung derselben Bäume als eine Folge der nach den Klimaten verschieden gestalteten Jahreskurve aufgefasst werden, und auf diesem Gesichtspunkte beruht Vaupell's Erklärungsversuch. Wenn ich ihn nämlich richtig verstehe, betrachtet er das Eintreten des Frühlingssafts in den Baum und die Entfaltung der Blattknospen als zwei auf einander folgende Vegetationsphasen, von denen die letztere einer höheren Wärme bedarf, als die erstere, so dass, je nachdem dieser höhere Temperaturgrad früher oder später eintritt, auch eine ungleiche Zeit zwischen beiden Phasen verfließen kann. Nehmen wir nun an, dass z. B. bei der Eiche und Buche die Temperatur, bei welcher der Frühlingsaft zu steigen anfängt, dieselbe sei (z. B. 6°), die Entfaltung der Blätter aber bei der Buche 8° , bei der Eiche 10° fordere, und setzen wir ferner voraus, dass die Buche einer längeren Zeit bedarf, als die Eiche, den Stamm und die Zweige in Safttrieb zu versetzen, so wird die Eiche sich in einem Klima, wo die Temperatur rasch von 6° bis 10° steigt, vor der Buche belauben können, weil die Blattknospen des letzteren Baums noch nicht Saftzufluss genug empfangen haben. Umgekehrt müsste sich die Belaubung der Eiche in einem Klima verzögern und erst nach der Buche eintreten, wenn, nachdem der Saft sich durch das ganze Gewächs verbreitet hat, die Temperatur von 10° noch längere Zeit hindurch nicht erreicht wird, so dass die Wärme zwar dem Blatttriebe der Buche, aber nicht dem der Eiche entspräche: denn dann würde bei diesem Baum ein Stillstand die Entwicklung unterbrechen müssen. So fasse ich Vaupell's Hypothese auf, eine Erscheinung zu erklären, die auch deshalb auf solchen mechanischen Ursachen zu beruhen schien, weil Zweige dieser Bäume, als sie im Winter in Treibhäuser gebracht wurden, sich ebenso verhielten, wie in wärmeren Klimaten, so dass in der höheren Temperatur die Eiche ebenfalls früher ausschlug, als die Buche. In Nizza, wo die Wärme zu Anfang April rasch zunimmt, könnten sie sich hiernach gleichzeitig entwickeln. Allein mit dem Vaupell'schen

Erklärungsversuch lässt es sich doch nicht vereinigen, dass im Seeklima Frankreichs die Wärme des Frühlings ja nicht rascher, sondern vielmehr langsamer steigt, als im kontinentaleren Deutschlands: in Dijon, wo die Buche später als die Eiche und Esche sich belaubt, ist die Mittelwärme des April $8^{\circ},5$ R., des Mai $12^{\circ},7$; in Göttingen, wo die Eichen stets später grün werden, als die Buchen, hat der April ebenfalls $8^{\circ},4$, der Mai schon $14^{\circ},3$. Es wird daher der die Belaubung der Eiche begleitende Temperaturgrad von 10° in Deutschland früher eintreten, als in Frankreich, und doch entwickelt sich dort der Baum später, als hier. Wir sehen uns daher durch Vaupell's Bemühungen, das Räthsel der Erscheinung zu lösen, doch zu keiner sicheren Ansicht geführt und müssen vielmehr auch in diesem Falle den Mechanismus uns entschlüpfen sehen, indem wir wieder auf den Ausgangspunkt unserer Betrachtung zurückgeführt werden, den rein geographischen, der darin besteht, dass das Klima des Vegetationscentrums, wo eine Art entstanden ist, ihrer Entwicklung am meisten gemäss ist. In andere Länder, vielleicht durch ihre eigenen Kräfte, verpflanzt, sucht sie ihre Entwicklungsperiode festzuhalten, oder ändert sie, um ihr Fortbestehen zu sichern⁴¹⁾, bis zu einem gewissen Grade ab, bis sie endlich in noch weiteren Fernen der Ungunst des Klimas erliegt. Nur so können wir bis jetzt verstehen, dass die nordischen Bäume sich im Süden so spät entwickeln, und dass nach dem Mass der Wärme die Entwicklungszeiten sich ändern, die Vegetation sich verkürzen oder verlängern kann.

Aus diesem Ergebniss, dass die Entwicklungsperioden der Gewächse dem Klima ihrer ursprünglichen Heimath am meisten entsprechen, lässt sich eine neue Methode ableiten, die Vegetationscentren gewisser Arten innerhalb ihres heutigen Wohngebiets zu bestimmen. Diesen Weg werde ich bei mehreren südlichen Kulturbäumen einschlagen, wobei nur vorläufig zu erinnern ist, dass, wenn sie aus dem Orient stammen, sie sowohl früh als spät im Jahre sich belauben können, je nachdem ihre Heimath dem Klima der Steppen oder dem der syrischen Wüste mehr genähert ist, also z. B. am Bosphorus oder in Palästina gelegen wäre.

Wenn auch die Mittel unbekannt sind, deren die Organisation einer in ein fremdes Klima übergegangenen Art sich bedient, der zu unpassender Zeit eintretenden Erwärmung Widerstand zu leisten, so

möchte ich doch schliesslich noch eine Thatsache erwähnen, welche vielleicht künftig einiges Licht über diesen Punkt verbreiten wird. In Jahren anomal veränderter Temperaturkurve verhalten sich die Pflanzen, deren Blüthezeit in verschiedene Monate fällt, nicht gleichartig. Im J. 1869 machte ich diese Beobachtung, als der April in Norddeutschland ungewöhnlich warm, der Juni um so kälter war. Frühlingspflanzen, Zwiebelgewächse (*Gagea*), beschleunigten ihre Vegetation ungemein, nicht aber die erst im Mai blühenden Orchideen, deren Knollen durch die Aprilwärme nicht zum Treiben veranlasst wurden, und am wenigsten die Stauden (z. B. Umbelliferen), die im hohen Sommer zur Blüthe gelangen, und die, ohne durch die Frühlingswärme beeinflusst zu sein, durch den kalten Juni so zurückgehalten wurden, dass sie zum Theil um mehrere Wochen in ihrer Entwicklung zurückblieben. Dies sind offenbar ganz ähnliche Erscheinungen, wie die der verspäteten Eichenbelaubung in südlichen Klimaten. Nähme man an, dass der Winterschlaf nur scheinbar eine Periode völligen Stillstands wäre, so liesse sich denken, dass diejenigen Processe, die zu dieser Zeit verborgen sich vollziehen, erst vollendet sein müssen, ehe die gesteigerte Wärme auf die nachfolgenden, sichtbar hervortretenden Phasen der Vegetation wirken kann. Nach dieser Vorstellung bliebe die Eiche gegen die Winter-temperatur in Nizza unempfindlich, weil ihre Organe noch nicht zur Belaubung vorbereitet sind, so wenig wie die Orchideenknollen von 1869 zum Blühen es waren, als der warme April an ihnen vorüberging. Vielleicht werden vergleichende Untersuchungen über die anatomischen Zustände des Gewebes zu verschiedenen Zeiten des Winters einst über diese Verhältnisse näheren Aufschluss geben.

Werfen wir nun noch einen Rückblick auf die Cerealien, so erscheint auch die Verkürzung ihrer Entwicklungszeit im Süden unter einem neuen Gesichtspunkte. Nicht alle Gewächse sind, wie die Bäume, an bestimmte Monate des Jahrs gebunden, sondern es giebt auch nicht periodische, und dazu gehören namentlich die Cerealien, von denen angenommen wird, dass man sie zu jeder Zeit säen und ernten könne, vorausgesetzt dass sie die erforderliche Wärme und Feuchtigkeit finden. Was mag nun wohl der Grund sein, dass man im südlichen Italien den Weizen um so später säet, je wärmer das Klima wird, in Rom zu Anfang November, in Neapel in der Mitte

dieses Monats und in Palermo erst in den ersten Tagen des December? Sollte nicht die Erfahrung dazu veranlasst haben, dass auch hier die Saat zwar bei sinkender Temperatur keimt, bald aber in ihrem Wachstum still steht, bis das Thermometer wieder zu steigen beginnt und nun erst die der Blüthezeit nöthige Wärme gesichert ist? Die klimatischen Beobachtungen lehren, dass der December und der Januar in Neapel wärmer sind als in Rom, die folgenden Monate aber nicht, wogegen in Palermo während der ganzen Zeit vom December bis zum April das Thermometer höher steht, als in Neapel. Kommt es also nur darauf an, dass, so lange die Temperatur sinkt, der Weizen kräftig genug wird, um den winterlichen Stillstand zu ertragen und für das spätere Wachstum genugsam vorbereitet zu sein, so kann dies in Sicilien noch im December erreicht werden, in Rom aber nicht, und man muss daher um so früher säen, je kälter die Monate werden, die dem Wintersolstitium vorausgehen. Wäre die Vegetation des Winterweizens eine stetig fortschreitende, überall wo die Wärme sich im Winter über 6° hält, so ist unerklärlich, warum die Entwicklungsperiode sich in Palermo gegen Neapel verkürzt, da an beiden Orten die Temperatur des kältesten Monats höher steht. Wenn aber das Sinken und Steigen der Wärme dabei von Einfluss ist, so hängt es von der Temperatur der ersten Monate des Jahrs ab, wie früh die Ernte eintritt.

Alle diese Thatsachen weisen darauf hin, dass es nicht die Mittelwärme der drei feuchten Jahreszeiten ist, die uns im Gebiete des Mittelmeers einen klimatischen Massstab für die Vegetationsperiode giebt, sondern dass die Monate, in denen die Temperatur steigt, viel einflussreicher auf das Pflanzenleben wirken, als die des Herbstes, wo sie sinkt. Die Herbstphasen sind eigentlich nur als Vollendung und Abschluss dessen anzusehen, was im Frühlinge vorbereitet war. Diese Auffassung wird auch dadurch unterstützt, dass die bedeutendsten Verschiedenheiten, die der Vegetationscharakter der einzelnen Länder zeigt, von der Winter- und Frühlingswärme und von dem Eintreten der trockenen Jahreszeit in weit höherem Grade abhängen, als von dem Klima des Herbstes. Ueber die Dauer der Vegetationszeit während der ersten Jahreshälfte, also bei steigender Temperatur bis zum Aufhören des Regens, lassen sich folgende Angaben zusammenstellen, die theils unmittelbare Beobach-

tungen über die Wachstumsperiode der Pflanzen sind; theils sich auf die klimatischen Messungen beziehen, denen ich die Mitteltemperatur des betreffenden Jahresabschnittes, soweit sie bekannt ist, beifüge⁵¹⁾:

- 6 Monate. Nizza. Jan. — Juni = 10° R.
- 5 Monate. Lissabon. Jan. — Mai = 11° 1.
- Cadix. Jan. — Mai = 11°.
- 4 Monate. Madrid. März — Juni = 12° 2.
- Dalmatien. Febr. — Mai.
- Janina. März — Juni. 10°.
- Cypern. Jan. — April.
- 3 Monate. Algier. Jan. — März. 10° 1.
- 2 Monate. Konstantinopel. April, Mai. 10° 4.

Man erkennt aus dieser Uebersicht, dass die Mittelwärme der ersten Vegetationsperiode nur geringen Schwankungen unterliegt und sogar weniger hoch ist, als die Phytoisotherme im nördlichen Europa. Der Frühling des Südens ist blüthenreicher, aber nicht so warm, wie der Sommer des Nordens. Nur in Syrien würde man einen gleich hohen Werth erhalten (für Beirut 12° 2 oder 13° 3, je nachdem die Vegetationszeit bis zum April oder Mai gerechnet wird). Die Mittelwärme dieser Hauptperiode der vegetativen Entwicklung möchte ich als die Phytoisotherme betrachten, welche die Flora des Mittelmeergebiets als gemeinsames, klimatisches Moment verbindet. Die Unterschiede in den Vegetationsbedingungen der einzelnen Länder liegen hauptsächlich in der ungleichen Dauer der Entwicklungsperiode. Die längste Vegetationszeit hat die ligurische Küste, wo die Niederschläge erst im Juli aufhören, die kürzeste Algier und Konstantinopel, wodurch die Nähe der Sahara sich ausspricht und die Aufnahme von Steppenpflanzen in der thracischen Flora erklärlich wird. Allein gerade am Bosphorus ist die kurze Frühlingsblüthe durch eine längere Herbstperiode ausgeglichen. Ueberall erkennen wir, dass in der Abstufung der Dauer der Vegetationszeit die klimatische Ursache liegt, wodurch Wanderungen der Mediterranpflanzen beschränkt wurden. Bei grosser Aehnlichkeit in den Vegetationsformen und Formationen und grossen Verbreitungsbezirken gewisser Arten sind doch die Erzeugnisse der einzelnen Halbinseln in weit höherem Grade abgesondert, als im nördlichen Europa. Eine grössere Reihe von

Vegetationscentren lässt sich hier noch in ihrem ursprünglichen Verhältniss nachweisen.

Vegetationsformen. Der bedeutendste Charakter, durch den sich die **Mediterranflora** von der nordeuropäischen unterscheidet, ist das immergrüne Laubblatt der Holzgewächse, welches, in den feuchteren Tropenlandschaften vorherrschend, in höheren Breiten bis hieher wenigstens an gewissen Bäumen sich findet und im Gesträuch noch allgemeiner ist. Zwar haben wir die immergrünen Laubsträucher selbst noch in der arktischen Flora angetroffen und gesehen, wie sie auch an den atlantischen Küsten des westlichen Europas gedeihen, während das kontinentalere Klima der östlicher gelegenen Meridiane sie in der alten Welt fast völlig auszuschliessen scheint. Aber im Süden stehen sie unter neuen Lebensbedingungen, und die immergrünen Laubholzbäume der Lorbeer- und Olivenform erreichen fast sämmtlich in dem Gebiete des Mittelmeers ihre äusserste Polargrenze. Alle diese Formen, sowohl die hochstämmigen als die vom Boden aus verzweigten, stimmen in dem starren Gefüge ihrer Belaubung überein, dessen Eigenthümlichkeit bereits darauf zurückgeführt wurde, dass die Ablagerungen fester Inkrustationsschichten auf der Oberhaut verstärkt sind oder doch einen höheren Kohäsionsgrad besitzen, und dass, da das Gewebe wenig saftreich ist, den Blättern bald die Biegsamkeit des Leders, bald die Sprödigkeit des Pergaments zukommt. Damit ist zugleich verbunden, dass die meisten dieser Holzgewächse durch reiches, tiefes Grün und durch den Glanz der geglätteten Blattfläche geschmückt sind. Die Menge der Saftkugeln, wodurch die intensive Färbung vermittelt wird, beweist den energischen Trieb, in einem so günstigen Klima reiche Bildungstoffe zu erzeugen, und die ebene Fläche der Oberhaut macht diese durchsichtig genug, das Grün des inneren Gewebes lebhaft in die Erscheinung treten zu lassen. Durch die Grösse der Oberfläche aber unterscheidet sich dieses immergrüne Laub von der Blattnadel der Coniferen, und diese Ausbreitung der der Luft und dem Lichte ausgesetzten Gewebtheile verschafft ihnen einen erweiterten Spielraum, die atmosphärischen Nahrungsstoffe in organische Bildungen umzuwandeln. So würde das dunkle, glänzende Laub der Orange sich das ganze Jahr hindurch erneuern, es würden zugleich in steter Folge sich Blüten und Früchte gleichzeitig entwickeln, wenn der Boden

nur die nöthige Feuchtigkeit lieferte, und so kann es geschehen, dass diese Bildungsprocesse in der That nicht unterbrochen werden, so lange die Niederschläge ihn befeuchten. Eine lange Vegetationsperiode kommt allen diesen Gewächsen im Süden zu, und hierin liegt eine der Ursachen, weshalb sie im kontinentaleren Klima des östlichen Europas ihr Gedeihen nicht finden. Waren die Bedingungen, unter denen die immergrünen Sträucher der arktischen Flora und der alpinen Region stehen, in dieser Beziehung noch ungünstiger, so ist zu erinnern, dass dieselbe Organisation entgegengesetzten Verhältnissen angepasst sein kann und dieselben Mittel den verschiedensten Zwecken dienen. Aber hier kommt zugleich in Betracht, dass die Aehnlichkeit des Baus zum Theil wenigstens nur scheinbar ist, dass das Aeussere eines Blatts und die Festigkeit seines Gewebes noch nicht darüber entscheidet, wie lange es besteht, und es wurde bereits angeführt, dass die Alpenrosen und andere immergrüne Sträucher aus der Familie der Ericaceen im kälteren Klima durch den Schnee, der sie begräbt, und durch das Harz, welches sie ausscheiden, gegen die lange Unterbrechung ihrer Funktionen und gegen den Winter geschützt werden. Die immergrünen Gewächse des Südens sind dagegen höchst empfindlich gegen den Frost, sie gehören zu den verschiedensten Familien, bei denen die ausgeschiedenen Stoffe ungleich sind, ihre Blattknospen haben keine Schutzorgane gegen die Kälte, und auch ihre Entwicklung scheint unter einem verschiedenen Bildungsgesetz zu stehen. Eine Pflanze ist immergrün, wenn die alten Blätter zur Zeit, wo die neuen Laubtriebe sich entfalten, noch nicht abgestorben sind, aber dabei kann die Dauer der Funktionen eines Blattes doch sehr ungleich sein. Bei den Alpenrosen erhalten sich die Blätter zwar länger als ein Jahr, aber die längste Zeit ihres Bestehens fällt auf den Winterschlaf, wo ihre Funktionen ruhen. Bei den immergrünen Gewächsen am Mittelmeer dehnt sich die Thätigkeit der Blätter über einen langen Zeitraum aus, sie erneuert sich im Herbste und währt fort, wenn in den kältesten Monaten des Jahrs periodisch die Laubknospen sich entfalten. Es fehlt an Beobachtungen, wie lange das einzelne Blatt sich erhält und thätig zu sein fortfährt, aber dass die Dauer der Funktionen einen langen Zeitraum hindurch anhält, ist gewiss, und in keinem Fall schadet die Dürre des Sommers, die sie unterbricht, dem Fortbestehen ihrer Lebens-

kraft. In dieser Jahreszeit stockt der die Gewebe ausspannende Saftstrom, und wie die Organisation gerade dieser Schädlichkeit begegnet, wurde schon früher angedeutet und ist nun weiter auszuführen. Wenn die Verdunstung der Blätter fort dauert und in trockener Luft sogar gesteigert wird, ohne dass der Wasserzufluss aus dem Boden den Saftverlust ausgleicht, ziehen sich mit abnehmender Schwellung des Gewebes die Membranen zusammen, und wenn dies in zartem, flächenartig gestalteten Blattoorganen geschieht, wo die Zerrungen je nach den Durchmesser ungleich sind, werden Zerreibungen oder Kräuselungen eintreten, bei denen die Organisation zu Grunde geht. Diese Wirkungen zeigen sich in der Entlaubung tropischer Savanenbäume während der trockenen Jahreszeit. Das immergrüne Blatt aber widersteht diesen Einflüssen. Denn die Verdunstung wirkt nur auf diejenigen Zellen, die, wie die Oberfläche verdunstenden Wassers, mit der atmosphärischen Luft in unmittelbarer Berührung stehen. Je mehr die Zellen der Oberhaut an der Aussenfläche verdickt sind, desto vollständiger werden sie gegen die Verdunstung geschützt, die sie an zartblättrigen Pflanzen ihres Saftes berauben kann. Den eigentlichen Heerd der Verdunstung bilden die Lufthöhlen der Blätter, die nur durch die Spaltöffnungen mit der Atmosphäre in Verbindung stehen. Da aber diese mikroskopischen Eingangspforten der Luft sich bei geminderter Schwellung der Zellen verschliessen, so ist ein Blatt mit hinlänglich verstärkter Oberhaut gegen die Verdunstung vollständig abgeschlossen, und in diesen Zustand versetzt also die trockene Jahreszeit die immergrünen Gewächse. Sie bewahren ihren Saft, ihr Gewebe bleibt unverändert, aber auch ihre Ernährung hört auf, und in diesem ruhenden Zustande verharren sie, bis die Herbstregen den Saftumtrieb wieder einleiten und nun die Zellen wieder schwellen und die Spaltöffnungen die Luft wieder einlassen. Hierauf beruht es, dass das immergrüne Blatt von der Dürre nicht leidet, und wenn es auch im Sommer an der Tiefe der Färbung verliert, weil die Saftkugelchen sich in den Umgebungen des abgeschlossenen Luftraums nicht erneuern, so kann es doch, sobald der Atmosphäre der Zugang wieder geöffnet ist, seine bildenden Prozesse wieder aufnehmen. So erklärt es sich, dass die Blüthe des Oelbaums vor der trockenen Jahreszeit, und die Fruchtreife erst nach derselben, im Herbste, stattfindet, dass die Vegetationszeit nicht bloss die erste,

sondern auch die zweite Hälfte des Jahrs umfasst, und dass also Gewächse von solchem Bau, indem sie schon im Januar ihre jungen Triebe entfalten, die Vortheile des südlichen Klimas in vollem Umfange ausnutzen. Im nördlichen Europa würden sie, wenn sie auch dessen Winterkälte zu ertragen vermöchten, doch nicht bestehen können, wenn sie einer so langen Periode des Wachstums bedürften. Wo sich diese, wie am Bosphorus und auf dem kastilischen Hochlande, verkürzt, finden wir die Grenze der Olivenkultur, und so ist der Oelbaum in dem grössten Theile des Gebiets ein genauer Ausdruck von dessen klimatischer Sphäre, während er in gewissen Gegenden gegen andere immergrüne Formen zurückbleibt. Und ebenso können diejenigen, die nur gegen die Winterkälte empfindlich sind, aber nicht so langer Zeit zu ihren jährlichen Bildungen bedürfen, auch das Seeklima Frankreichs und Irlands ertragen. Die immergrünen Eichen, die bei Nizza nicht schon im Januar, sondern erst zur Zeit ihrer Blüthe in den folgenden Monaten die jungen Triebe belauben, kehren an der Bai von Biscaya wieder und erreichen ihre Polargrenze erst bei Angers an der Loire, der Oelbaum und die Karube sind auf das Mediterranklima des unteren Rhonethals eingeschränkt. Ob die Entwicklung im Westen eine stetige oder im Süden durch Dürre unterbrochen sei, ist gleichgültig, aber auch, wo die trockene Jahreszeit erspart wird, bleibt die Entwicklungsperiode kürzer, als in vielen Gegenden des Mittelmeergebiets, wenn man zum Frühling und zur Erneuerung des Wachstums im Herbste auch nur einen Theil des Winters hinzurechnet. Frägt man nun aber, warum das immergrüne Laub nicht bloss in der Mediterranflora, sondern auch in den Grenzgebieten, am Pontus, so häufig ist, wo die klimatischen Einflüsse sich völlig verändern und doch selbst die Olivenkultur noch einmal wieder uns begegnete, so lässt sich diese Erscheinung ebenfalls dadurch erklären, dass daselbst die Vegetationsbedingungen des Oelbaums fast das ganze Jahr hindurch gegeben sind. Sie sind gewiss nicht weniger günstig als in Nizza, wo der Oelbaum im Januar bei einer Temperatur von $6^{\circ},6$ ausschlägt, wo nach Abzug des trockenen Sommers die Entwicklungszeit auf 9 Monate zu schätzen ist. In Trapezunt³⁹) ist der Januar beinahe einen Grad kälter ($5^{\circ},9$), der Februar ($7^{\circ},2$) bereits wärmer, als der kälteste Monat von Nizza. Die Niederschläge aber fallen

hier im ganzen Jahre ziemlich gleichmässig, die Vegetation des Oelbaums kann also vom Februar bis zum November ununterbrochen, 11 Monate, noch länger als in Nizza, fort dauern: erst im December ($6^{\circ},3$) sinkt die Temperatur unter die des Januars von Nizza herab. In Konstantinopel³²⁾ dagegen erhebt sich die Wärme über diesen Anfangswerth der Entwicklung ($6^{\circ},6$) nur in den 8 Monaten vom April bis zum November, und rechnen wir von diesem Zeitraum noch den trockenen Sommer ab, so ergibt sich, dass die Bedingungen der Olivenkultur am Bosphorus noch weniger vorhanden sind, als im westlichen Frankreich.

Auch die Empfindlichkeit gegen die Winterkälte, die bei den meisten immergrünen Laubbölzern bemerkt wird, lässt sich auf die lange Dauer ihrer Vegetationszeit beziehen. Mag die verdickte Oberhaut sie gegen den Einfluss des Frostes schützen, so geht ihnen dieser Schutz doch verloren, wenn die Kälte zu einer Zeit eintritt, wo die neuen Triebe in ihrer Entwicklung begriffen sind, also die Verdickung der oberflächlichen Zellen noch nicht eingetreten ist. Wenn also der Oelbaum in Nizza, damit die Blätter zur rechten Zeit ihre Thätigkeit beginnen, sie schon im Januar entfaltet, so wird er nicht in einem Klima bestehen können, wo der Winter kälter ist, weil, wenn die Erneuerung des Laubes sich verspätete, die Entwicklungszeit zu den organischen Bildungen nicht ausreichen und, wenn sie gleichfalls im Winter begänne, der Frost die jungen Organe zerstören würde. Hiedurch löst sich vielleicht der scheinbare Widerspruch zwischen den Beobachtungen über die Olivenkultur im südlichen Frankreich und an der Südküste der Krim³⁾. In gewissen Gegenden des Languedoc hat man dieselbe ganz aufgegeben, weil durch die Januarkälte, die in ausnahmsweise harten Wintern daselbst zuweilen eintritt, alle Pflanzungen zerstört wurden und damit ein grosser Kapitalwerth verloren ging. In der Krim sinkt das Thermometer fast in jedem Jahre ungleich tiefer, als in Südfrankreich, und doch wird die Olivenkultur an der Südküste betrieben. Hier, wo der Winter unter dem Schutze der die Polarwinde abhaltenden Bergketten zwar äusserst milde ist, aber doch zuweilen heftige Fröste vorkommen, sollen diese von den Oelbäumen ohne Nachtheil ertragen werden. Nach den klimatischen Beobachtungen über dieses äusserste Vorland der Mediterranflora, welche wir dem Reisenden Koch ver-

danken, tritt das Frostwetter daselbst nicht im Januar ein, welcher schon in dem freier gelegenen Sebastopol der kälteste Monat ist, sondern erst gegen den Schluss des Winters und oft erst im März oder April, also zu einer Zeit, zu welcher die Blätter des Oelbaums bereits ausgewachsen und daher nun nicht mehr so empfindlich gegen die Kälte sind. Die immergrünen Pflanzen leiden nicht als solche von der Kälte, wie man am Epheu oder selbst in den kontinentalsten Klimaten an dem Preisselbeerstrauch und an einigen Stauden, wie den Pyrolen, sieht, sondern nur, wenn ihre Belaubungsperiode in die kalte Jahreszeit fällt. Kein Hinderniss in der Organisation aber liegt vor, dass nicht auch immergrüne Holzgewächse von kurzer Vegetationszeit bestehen könnten, und hiedurch erklärt sich, ganz abgesehen von besonderen Schutzmitteln gegen die Winterkälte, dass solche Laubsträucher, wie das nordamerikanische Rhododendron, noch in dem kontinentalen Klima Kanadas die Wälder schmücken und ähnliche Formen die alpinen Regionen der gemässigten Zone bewohnen. So sind es schliesslich nur Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Vegetationscentren, dass in den Tiefebenen der alten Welt Holzgewächse dieses Baus von kurzer Entwicklungsperiode nicht erzeugt wurden: denn nur diejenigen, welche einer langen Zeit zu dem jährlichen Cylus ihrer Bildungen bedürfen, sind an ein südliches Klima gebunden, welches diese Bedingungen erfüllt. Und weil endlich bei den Bäumen die alljährlich wiederkehrende Arbeit grösser ist, als bei den Sträuchern, so sehen wir die Polargrenze der Lorbeer- und Olivenform durch alle Meridiane schärfer ausgeprägt, als die des Oleanders und der Myrte.

Die immergrünen Laubhölzer gehören, sofern sie zum Wuchs von Bäumen sich erheben, eben zu der Lorbeer- und Olivenform, von denen die erstere dem breiten Blatt der Buche, die letztere dem schmaleren der Weide entspricht. Wie es an den Polargrenzen einer Pflanzenform gewöhnlich ist, so giebt es auch im Mittelmeergebiet nur einzelne Vertreter dieser Organisation, die aber doch, zu Wäldern verbunden, auf die Physiognomie der Landschaft bedeutend wirken können. Aber diese Wirkung wird nicht bloss durch die Entwaldung vieler Gegenden, sondern auch dadurch vermindert, dass die Bäume des Südens den nordeuropäischen gewöhnlich an Höhe des Wuchses erheblich nachstehen und oft selbst zur Strauch-

form herabsinken. Erhöht ist die Bedeutung dieser Pflanzenformen durch die Kultur des Bodens, die, in den grösseren Ebenen oft eine Baumkultur, sie, aus der Ferne betrachtet, bewaldet erscheinen lässt. Gerade den reinsten Ausdruck der tropischen Lorbeerform gewähren daher nicht einheimische Bäume, sondern die Agrumen, die aus den indischen Halbinseln Asiens stammen. Bei mehreren Pflanzenformen wird es sich wiederholen, dass sie erst in später Zeit nach Südeuropa verpflanzt wurden, und dass daher die Physiognomie der Natur sich seit dem Alterthum gerade in einigen Hauptzügen verändert hat. Indessen ist Philippi doch zu weit gegangen, wenn er meinte, dass der abweichende Vegetationscharakter des Mittelmeergebiets fast nur auf den Kulturgewächsen beruhe: es bleibt noch genug Eigenthümliches auch in den ursprünglichen Erzeugnissen übrig. Die Agrumen sind zuerst von Indien nach Persien verpflanzt worden, und daraus ist der systematische Name des Citroneubaums (*Citrus medica*) entsprungen, aber schon in römischer Zeit blühte dieser Kulturzweig in Syrien. Die zahlreichen Spielarten, welche aus den beiden Citrus-Arten, die Linné unterschied, durch die Kultur hervorgegangen sind, und die jetzt zu den wichtigsten Erzeugnissen gewisser Gegenden gehören, sind hauptsächlich durch die Araber nach Westen verbreitet worden und scheinen sogar erst seit den Kreuzzügen und vielleicht in noch späterer Zeit ihr heutiges Kulturgebiet eingenommen zu haben. Wenigstens von der süßen Orange (*Citrus Aurantium dulcis*), die unter den Südfrüchten die erste Stelle einnimmt, finden sich nach Gallesio's⁵²⁾ Untersuchung erst aus dem Anfange des sechszehnten Jahrhunderts sichere Nachrichten, dass sie in Italien und Spanien gebaut ward. Die Agrumen entsprechen den allgemeinen klimatischen Bedingungen der Mediterranflora nicht, vom Nordosten ist ihre Kultur fast ganz ausgeschlossen, unstreitig, weil sie daselbst die Winterkälte nicht ertragen. Am Garda-See findet man hohe Bäume, aber durch gemauerte Wände eingehägt, und auch in Mittelitalien, z. B. an der adriatischen Küste (43^o), zieht man sie nur in Gärten. Völlig unbeschützt gedeihen sie nur in den Küstenlandschaften Spaniens⁵³⁾, in Italien in der Südhälfte und im Litoral von Ligurien, sodann durch ganz Nordafrika und Syrien bis Morea und zu den wärmern Inseln des Archipels; zuletzt kehren sie noch einmal mit der Olive an der pontischen Bucht des schwarzen

Meers wieder, wo das Klima durch Feuchtigkeit gemässigt ist. Die Höhengrenze bleibt hinter der des Oelbaums zurück⁵⁴), und Boissier ist der Meinung, dass die Extreme sowohl der Wärme als der Kälte ihnen nachtheilig seien. Ebenso wird bemerkt, dass sie zu ihrem Fortkommen reichlicher Feuchtigkeit bedürfen⁵⁵). Solche klimatische Bedingungen würden ihrem Ursprung in der tropischen Zone entsprechen, und so ist es auch der gleichmässigeren Temperatur des Stammlandes gemäss, dass die Entwicklungsprozesse einen geringeren Grad von Periodicität zeigen, dass Blüten und Früchte fast das ganze Jahr hindurch gleichzeitig und in steter Reihenfolge sich bilden, wiewohl doch die Haupternte in den Frühling fällt.

Einheimische Vertreter der Lorbeerform sind fast nur die immergrünen Eichen, und auch von diesen nähern sich die gewöhnlichen, kleinblättrigen Arten der Olivenform bedeutend. Der südeuropäische Lorbeer (*Laurus nobilis*) selbst, von dem Humboldt den Namen dieser Pflanzenform entlehnt hat, bildet gewöhnlich nur einen 6 bis 10 Fuss hohen Strauch und schliesst sich in dieser Gestaltung an die Oleanderform. Wird er zuweilen zu einem wirklichen Baum mit Stamm und Krone, so erreicht er doch nur eine geringe Höhe, etwa 25 Fuss, und ähnlich verhält sich der immergrüne Zizyphus (*Z. vulgaris*). Nach seiner klimatischen Stellung ist auch der Hülsenstrauch des westlichen Europas (*Ilex Aquifolium*) dem Lorbeer verwandt, und da dieses Gewächs im Süden nicht selten zum Baume sich entwickelt und dann seine Blätter den gebogenen Rand und die Dornen verlieren, trägt es in dieser veränderten Bildung des Laubes ebenfalls das vollkommene Gepräge der Lorbeerform. Am Athos steigen diese Hülsenbäume im Walde zerstreut bis 3000 Fuss an. Der Lorbeer, von dem daselbst in früherer Zeit schöne Bäume gesehen wurden, geht zwar auch über die immergrüne Region hinaus, aber nur bis 2000 Fuss. Diesem klimatischen Verhältniss entspricht es, dass seine Verbreitung das westliche Frankreich umfasst, während der Hülsenstrauch bis zur Ostsee und am atlantischen Meere bis Norwegen hinaufsteigt. Beide Gewächse werden nur im Süden zu Bäumen, in höheren Breiten sind sie strauchartig. Endlich gehört zur Lorbeerform noch eine zweite Laurinee (*Persea indica*), die in Portugal vorkommt, aber erst von den atlantischen Archipelen dahin verpflanzt zu sein scheint.

Die immergrünen Eichen sind die einzigen, der Lorbeerform sich anschliessenden Laubholzbäume, welche in der warmen Küstenregion zu selbständigen Wäldern sich vereinigen. Ausserhalb des Bereichs der *Mediterranflora* und des spanischen Tafellandes finden sie sich nur vereinzelt, und so werden sie auch im westlichen Frankreich nur selten angetroffen. An den Eicheln ist zwar die Gattung, zu welcher sie gehören, leicht zu erkennen, aber nicht an den Blättern, da das gelappte Eichenlaub ihnen abgeht, welches nur solche Arten rein ausgebildet besitzen, die im Winter das Laub verlieren. Einen scheinbaren Uebergang bilden diejenigen Eichen, welche das gelappte Blatt erst im Frühlinge abwerfen (z. B. *Q. infectoria*). Hier aber erhält sich das Laub nur in saftleerem Zustande, es ist im Winter bereits abgestorben, während es bei den immergrünen Eichen zwar auch nicht viel länger als ein Jahr ausdauert, aber zur Zeit des Ausschlagens seine Thätigkeit erneuert und erst viel später abstirbt, nachdem die neuen Blätter längst völlig ausgebildet sind. Nur zwei Arten von immergrünen Eichen bewohnen das ganze Mittelmeergebiet, und beide sind kleinblättrig, die Steineiche (*Q. Ilex*) und die Coccuseiche (*Q. coccifera*). Das Laub der Steineiche hat ein mattes Grün und erscheint noch bleicher, weil die Unterseite des Blatts mit weisslicher Wollbekleidung bedeckt ist. Dieser Baum erreicht gewöhnlich nur eine geringe Höhe des Wuchses. Die Coccuseiche bildet zwar zuweilen hochstämmige Bäume, die den Eichen des Nordens an Umfang nichts nachgeben, aber leicht geht auch sie in niedrige Strauchformen über. Sie zeichnet sich durch ein glänzendes, tiefes Grün aus, das Laub ist zwar zierlich und mit feinen dornigen Spitzen am leicht gebogenen Rande geschmückt, aber wegen der geringen Grösse unbedeutend. Es giebt noch zehn bis zwölf andere Arten, die nur einzelne Abschnitte des Mediterrangebiets bewohnen, und unter denen die Kork-eichen im Westen und die Vallonea oder Velani-Eiche im Osten die wichtigsten sind. Die periodische Erneuerung der Rinde, welche bei den Korkeichen auf die äusseren, elastischen Gewebsschichten sich beschränkt, bei der Platane bis zum Baste eingreift und in einem dritten Falle (bei *Arbutus Andrachne*) noch eigenthümlicher sich wiederholt⁵⁶⁾, scheint zu dem trockenen Sommerklima in einer gewissen, nicht näher gekannten Beziehung zu stehen. Sollte vielleicht die lange Dauer der Vegetation oder die Unterbrechung derselben im

Sommer das Wachstum des Holzes verlangsamten und dadurch eine periodische Neubildung der Rinde, die den sich erweiternden Stammdurchmesser stets schützend zu umspannen hat, zulässig werden, während sonst die Entwicklung der Rinde stetig fortschreitet? Jedenfalls steht die Erscheinung mit der Gesamtorganisation der Bäume nur in einem losen Zusammenhang. Denn die ähnlichsten Arten können sich in ihrem Rindenwachstum höchst verschieden verhalten. Die Korkeiche der Provence ist von der in denselben Waldungen mit ihr vereinten Steineiche nur an der Eichel und durch den Kork zu unterscheiden. Die Brauchbarkeit dieses Gewebes beruht auf der Dauer seiner Entwicklungsperiode. Bei den Korkbäumen nimmt es eine Reihe von Jahren fortwachsend an Dicke zu und erhält sich im organischen Zusammenhang, bis es mit einem Mal abgeworfen wird, nachdem an der Innenseite eine neue, dem inzwischen vergrößerten Stammdurchmesser angepasste Schicht sich gebildet hat. Diese Periode, deren Ende man beim Schalen der Rinde nicht abwartet, dauert bei den Korkeichen etwa 6 Jahre. Dass die Güte und der Werth des im Handel vorkommenden Korks von den verschiedenen Eichenarten abhängt, die ihn hervorbringen, ward erst durch neuere, systematische Vergleichen ausgemittelt. Der beste Kork wird in der Gascogne gewonnen, wo eine Eiche zu diesem Zwecke eingeführt worden ist, die aus Portugal abzustammen scheint (*Q. occidentalis*). Von kleinerem Wuchs ist der der Steineiche so ähnliche, viel allgemeiner angebaute Korkbaum (*Q. Suber*), dessen Heimath von Spanien und von der Provence bis Toskana reicht, und der auch in Dalmatien und Istrien einheimisch sein soll. Die Maremmen von Toskana und einige andere Gegenden besitzen dann noch eine Korkeiche von geringem Werth (*Q. pseudosuber*), deren eingekerbtes Blatt schon zu den gelappten Formen hinneigt. Bei der Velani-Eiche [*Q. Aegilops*⁵⁷] der beiden östlichen Halbinseln und Syriens, aus deren grossen Eichelbechern ein Farbstoff bereitet wird, wiederholt sich diese Blattbildung, und zwei verwandte, vielleicht die schönsten der immergrünen Arten (*Q. Libani* u. *castaneifolia*), verbinden das Laub der Kastanie mit dem kräftigen Wuchs der Eichen des Nordens.

Fast der einzige Vertreter der Olivenform ist der Oelbaum (*Olea europaea*), dessen Bedeutung für die Physiognomie der Mediterranflora

durch die Kultur erheblich erweitert worden ist. Man nimmt gewöhnlich an, dass der Baum aus dem Orient abstamme. Nach den biblischen Schriftstellern war er in Syrien, nach den griechischen auch in Kleinasien einheimisch. Von der wilden Spielart, die man in Griechenland *Agroeleá* nennt, darf man, da auch in den Pflanzungen die Wurzeltriebe in diese Form zurückschlagen⁵⁸⁾, nicht auf die ursprüngliche Heimath des Gewächses schliessen. Die mythologische Sage, dass die Olivenkultur erst nach Attika verpflanzt sei, lässt dem Zweifel Raum, ob man die Einführung des Baums aus der Fremde oder nur Veredelung und Gebrauch eines einheimischen Gewächses im Sinne hatte. Gegenwärtig ist die Olive nicht bloss in Anatolien, sondern auch an der europäischen Küste des ägäischen Meers sowohl in Baum-, als in Strauchform einheimisch, aber sprachliche Gründe, die de Candolle anführt, scheinen darzuthun, dass auf den westlichen Halbinseln diese Frucht den ursprünglichen Bewohnern nicht bekannt war. Da ferner die lange Entwicklungsperiode des Oelbaums auf eine südliche Heimath hinweist, wo der Winter milde und von kurzer Dauer ist, dann aber im Orient auch die dürre Jahreszeit sich verlängert, so wären die günstigsten Verhältnisse in solchen Landschaften Syriens und der anatolischen Südküste gegeben, wo der Boden, durch fließendes, wenn auch später versiegendes Wasser befeuchtet, das Fortwachsen über den Frühling hinaus gestatten würde, eine Betrachtung, die den Ueberlieferungen über die Herkunft des Baums zur Stütze dienen kann.

Wie nun fast alle diese immergrünen Baumformen so leicht in die Strauchgestalt übergehen und diese Abnahme der vegetativen Energie durch die Zerstörung der Wälder immer mehr gesteigert zu sein scheint, so ist die Oleander- und Myrtenform, die jene Bildungen in kleineren Verhältnissen nachahmt, auch in viel weiterem Umfange zur allgemeinen Bekleidung des der Kultur entzogenen Bodens eingetreten. Die Oleanderform begreift die grossblättrigen, immergrünen Laubsträucher, die der Myrte hat ein kleineres Blatt, und hier ersetzt die grössere Zahl, die gedrängtere Anordnung die verminderte Oberfläche des einzelnen Organs. Indessen wird die Myrtenform von der des Oleander auch gewöhnlich an Höhe des Wuchses übertroffen. Auf dem thonreichen Humusboden der Landzunge des Athos ist die immergrüne Region aus dicht verschlungenem Gesträuch gebildet,

welches zuweilen eine Höhe von 15 Fuss erreicht⁵⁹; und zum Theil aus Arbutus und anderen Gewächsen besteht, die der Oleanderform entsprechen. In den meisten Gegenden bleiben zwar die Maquis, wie die Formation der immergrünen Sträucher genannt wird, weit niedriger, so dass man, aufrecht stehend, auf weite Strecken über sie hinblicken kann, aber gegen die Gesträuche der Oleanderform verhalten sich doch die Myrtengebüsche an der adriatischen Küste wie Zwerggestalten. Es sind mehr als 20 verschiedene Sträucher, welche die Oleanderform in der Mediterranflora vertreten, und diese sind bei ähnlicher Belaubung in ihrer Blütenbildung so ungleich, dass sie zu 15 verschiedenen Gattungen und diese zu 14 Familien gehören. Nur die Ericaceen haben darunter zwei Gattungen, ausser Arbutus noch das pontische Rhododendron, in allen übrigen Fällen steht jede Gattung für sich allein und zählt meist nur eine oder zwei Arten. Die Cistusrosen allein treten in grösserer Mannigfaltigkeit auf, aber diese zeigen auch nur in zwei Arten das reine Oleanderblatt, die übrigen sind zwar auch immergrün, aber haben nicht dessen markig festes Gewebe und weichen auch durch die mattere Färbung des Laubes und durch die weiche, runzelige, behaarte Oberhaut desselben ab; nur selten sind sie grossblättrig, und einige gehören zur Erikenform. Nach dem verschiedenartigen Bau der Blüten und Früchte sollte man bei den immergrünen Sträuchern auch ungleiche Lebensbedingungen erwarten, aber gerade hier haben wir ein auffallendes Beispiel, wie die klimatische Stellung der Pflanzen zunächst von der vegetativen Entwicklung abhängt, wodurch eben die Einteilung der Pflanzen nach den Vegetationsorganen für geographische Zwecke ihre wissenschaftliche Berechtigung erhält. Fast alle jene Sträucher blühen ziemlich gleichzeitig im Frühling, sie wachsen gesellschaftlich unter einander, und die meisten sind durch das ganze Gebiet verbreitet. Ich zähle nur vier Sträucher, die auf die östlichen Halbinseln beschränkt sind, aber eine wichtigere Ausnahme finden wir in Spanien, wo die Vegetation der Cisten ungemein bevorzugt ist. Das Wohngebiet der einzelnen Arten dieser Gattung ist nicht durch den ungleichen Bau der Blätter geregelt. Alle Bildungen des Laubes, welche hier möglich sind, kommen in Spanien vor. Unter den Cisten, die das ganze Mittelmeergebiet bewohnen, ist eine der beiden Arten enthalten, welche die Oleanderform vertreten (*Cistus laurifolius*),

während die drei anderen klein- und weichblättrig sind. In Spanien einheimisch und höchstens von hier nach dem südlichen Frankreich und Algerien verbreitet sind etwa dreimal soviel Arten, als in den übrigen Theilen des Gebiets. Aber nicht bloss deshalb bilden die Cisten einen Hauptcharakter der spanischen Flora, sondern auch, weil sie auf dieser Halbinsel in viel grösseren Massen gesellig verbunden auftreten, so dass die Physiognomie der Landschaft in vielen Gegenden des Tafellandes durch sie bestimmt wird. Auf der Sierra Morena, die Spanien der ganzen Breite nach von Murcia bis Algarvien durchzieht und durch eine zusammenhängende, grüne, frische Vegetation von Holzgewächsen bekleidet wird, ist ein *Cistus* der Oleanderform (*C. ludaniferus*) so sehr vorherrschend, dass »häufig ganze Quadratmeilen ausschliesslich von ihm bedeckt sind«⁶⁰. Die Cisten gleichen, wenn sie in den Frühlingsmonaten in Blüthe stehen, den einfachen weissen oder rothen Rosen und sind oft noch reicher, als diese, mit Blumen beladen. In dem Bau der Blüthe stimmen sie fast ganz mit einer anderen Gattung von Stauden oder Halbsträuchern (*Helianthemum*) überein, die in Spanien noch weit zahlreichere endemische Arten zählt. Die Familie der Cistineen ist also in mehrfachem Sinne für die spanischen Vegetationscentren bezeichnend, und doch findet sich in ihrem Bau nichts, was man auf das spanische Klima beziehen könnte. Es liesse sich freilich vermuthen, dass die starken Ausschwitzungen von Harz, welche die Knospen und andere Organe bei dem *Cistus* der Sierra Morena bedecken, dem kälteren Winter des Hochlandes entsprächen, aber gerade diese Art findet sich auch in Südfrankreich und Nordafrika. Die Cisten liefern uns vielmehr ein deutliches Beispiel von dem allgemeinen Gesetze, dass der Bau der Blüthen und Früchte, auf dem das System der Pflanzen beruht, von den Vegetationscentren beeinflusst wird, wo sie entstanden sind, und dass dagegen die Bildungsweise der vegetativen Organe viel bestimmter von dem Klima abhängt, wo sie leben sollen. So weist in dem Organismus dasjenige, was zur Erhaltung der Arten dient, auf die unbekanntnen Bedingungen ihres Ursprungs. Was der Entwicklung und dem Wachstume des Individuums angehört, steht in einem deutlichen Zusammenhange mit den Kräften der unorganischen Natur, die auf dasselbe dauernd einwirken, und diese Beziehungen sind daher unserer Forschung näher gerückt, als die ersteren.

Was könnte die abgesonderte Bedeutung des Lebens und seiner Fortpflanzung von einer Generation zur anderen besser in's Licht stellen, als wenn wir sehen, dass das Oleanderblatt in so vielen Familien der Mediterranflora sich wiederholt und so wenig von seinem einfachen Bildungsplane abzuweichen pflegt? Wenn dieses Gesträuch mit seiner bunten Blütenfülle den Frühling des Südens verschönert, werden wir darauf hingewiesen, dass alle diese mannigfaltigen Organisationen unter gleichen Bedingungen auch denselben Entwicklungsgang einschlagen. Wenn dagegen der Oleander selbst (*Nerium*) in Norditalien erst im Sommer und bis zum Herbst hin seine rothen Blumensträusse treibt, erkennen wir die Ursache dieser Verschiedenheit darin, dass das Gewächs das Ufer der Thalgründe aufsucht, wo ihm auch in der trockenen Jahreszeit fließendes Wasser leichter zu Gebote steht.

Ueberblicken wir nun die Reihe der übrigen immergrünen Strauchformen, welche die Maquis zusammensetzen, so zeigt sich eine allmählig fortschreitende Verminderung der Blattgrösse, bis die Blätter zuletzt ganz verschwinden oder sich zu dornigen Organen umbilden. Auf das Myrtenblatt folgt die Blattnadel der Eriken, auf der Unterdrückung oder Umbildung des Laubes beruht die Unterscheidung der Spartiumform und der Dornsträucher. Diese Veränderungen sind fast allen trockenen Klimaten der Erde gemeinsam, und es soll hier zunächst nur im Allgemeinen bemerkt werden, dass der Zweck, die Verdunstung des Safts zu beschränken, durch verminderte Grösse der Oberfläche ebenso gut erreicht wird, wie durch die Verstärkung der Oberhaut. Auf das Einzelne dieses Verhältnisses einzugehen, wird sowohl hier, als bei anderen Klimaten, je nachdem sich zur Erläuterung besonders geeignete Organisationen darbieten, Anlass genug sein. Die Myrtenform ist in der Mediterranflora durch beinahe 30 Arten vertreten, von denen jedoch mehr als die Hälfte aus Thymelaeen besteht, die meistens nur eine beschränkte Verbreitung haben. Dazu kommen noch gewisse Arten, die als Mittelstufen zwischen der Blattform des Oleanders und der Myrte bezeichnet werden können. So zeigt sich die Mannigfaltigkeit der Sträucher mit ausdauernden Lauborganen in einer Reihe von etwa 60 Arten, in welcher das elliptische Blatt mit schmaleren Flächen wechselt, aber doch nur einen engen Kreis von Bildungs-

verschiedenheiten umschliesst. Fast immer sind die Zweige stark belaubt, die Blätter ungetheilt, nur in einem Falle die kleinen Flächen zu gefiederter Anordnung verbunden (*Pistacia Lentiscus*). Zu der Myrtenform gehören, wenn man den zuletzt genannten Strauch einschliesst, 10 Gattungen, die unter 9 verschiedene Familien sich vertheilen. Etwa die Hälfte der Arten ist über das ganze Gebiet verbreitet, aber nur wenige treten in grossen Massen gesellig oder mit anderen Sträuchern verbunden auf, namentlich die Myrte selbst (*Myrtus communis*), zwei Oleineen (*Phillyrea*) und der Mastixstrauch (*Pistacia Lentiscus*). Gerade wie bei der Oleanderform bewohnen einige im Süden einheimische Arten auch das westliche Seeklima bis zu ungleichen Polargrenzen (*Osiris*, *Buxus*, *Ruscus*). In das entgegengesetzte Steppenklima des südlichen Russlands verbreitet sich eine der Thymelaeen (*Daphne oleoides*), während von der Oleanderform kein Beispiel dieser Art bekannt ist. Das kleinere Myrtenblatt kann sich sowohl der verkürzten Vegetationszeit der Steppe anbequemen, als in den milden Wintern des Westens ausdauern, wogegen das der Oleanderform wegen seiner langen Vegetationszeit das kontinentale Klima Russlands meidet.

Die Erikenform erreicht, sofern sie durch die Eriken selbst vertreten ist, im Mittelmeergebiet eine weit ansehnlichere Höhe des Wachstums, als bei uns. Schon die Heiden der Gascogne bestanden aus weit grösseren Sträuchern, als die der baltischen Ebene, aber sie werden durch die Baumheide des Südens (*Erica arborea*) bedeutend übertroffen. Diese gleicht in ihrem Wuchse der Oleanderform⁵⁹⁾ mit der sie häufig gemischt wächst, indem sie, wie diese, je nach der Beschaffenheit der Erdkrume bald zur Höhe des reichbelaubten *Arbutus* heranwächst, bald auf steinigem Boden zu geringen Dimensionen zusammenschrumpft. Wiewohl sie gleichzeitig mit den übrigen immergrünen Sträuchern ihre überaus reichblüthigen Rispen entfaltet, hat sie doch eine kürzere Vegetationszeit, weil die Blattnadel sich rascher erneuert, als die grösseren Laubblätter. Dies kann man daraus schliessen, dass die Baumheide höher in das Gebirge ansteigt. Am bithynischen Olymp findet sie sich bis zum Niveau von 2500 Fuss. Diesem Verhältniss entspricht es, dass die Eriken in dem nordwestlichen Europa höher hinaufgehen, als die immergrünen Laubsträucher. Aber diese Beziehungen sind nicht

durchgreifend. Unter der Erikenform des Mittelmeergebiets sind andere Sträucher begriffen, die dem Süden ganz eigenthümlich sind, und dazu gehört auch die Baumheide selbst. Die Mehrzahl besteht überhaupt aus Gewächsen von beschränkter Verbreitung, und, da in der Organisation sich nichts erkennen lässt, was ihre klimatische Sphäre innerhalb des Gebiets beschränkte, so könnte man annehmen, dass sie ungeachtet ihres geselligen Wachstums doch nur geringe Kräfte zur Wanderung besitzen. Wie die Eriken des Kaplandes sich nur wenig von der Küste entfernen, so sind unter 17 kleinblättrigen Ericen, die in Südeuropa vorkommen, nur zwei von Spanien bis zu den östlichen Halbinseln verbreitet. Die meisten Eriken (12) finden sich nur in Portugal und Spanien, aber viel merkwürdiger ist es, dass die Mehrzahl derselben (8) von hier aus längs der atlantischen Küste nach dem westlichen Frankreich, den britischen Inseln, eine sogar (*Erica cinerea*) bis Norwegen vordringt. Ist nun, wie früher angedeutet wurde, die grössere Feuchtigkeit oder sind andere Momente des atlantischen Klimas die Ursache dieses Verhältnisses, und sollten dieselben Bedingungen am mittelländischen Meere weiter ostwärts nicht erfüllt werden? Oder werden die winzigen Samen dieser Gewächse leichter durch Meeresströmungen, als durch die Luft von Küste zu Küste geführt? Ihre Verbreitung vom nördlichen Spanien nach der Gascogne, nach Irland und Bergens-Stift in Norwegen entspricht allerdings der gewundenen Bahn des Golfstroms, aber auf der anderen Seite kann das Vorkommen der Baumheide auf Madeira und den kanarischen Inseln durch den Passatwind, nicht aber durch Meeresströmungen erklärt werden. Die spanisch-portugiesische Heimath der meisten europäischen Eriken ergiebt sich nicht bloss daraus, dass mehrere endemische Arten diese Halbinseln bewohnen, sondern dass das Nadelblatt der Erikenform hier überhaupt häufiger als anderswo auftritt. Ich zähle 37 Sträucher im Mittelmeergebiet, bei denen dies der Fall ist, und von diesen bewohnen 23 den Westen ausschliesslich, manche Spanien allein, wogegen nur 10 dem ganzen Gebiet angehören und 4 auf die östlichen Meridiane beschränkt sind. Alle diese Sträucher vertheilen sich unter 12 Gattungen und 9 Familien, von denen Spanien 7 Gattungen in ebensoviel Familien besitzt. Die grösseren Gattungen (*Erica*, *Frankenia*, *Cistus*) zählen in Spanien die meisten Arten. Es fiel mir auf, dass die Eriken des Westens

grossentheils so spät im Jahre blühen, die Baumheide dagegen im Frühling. In der Gascogne fällt die Blüthezeit der meisten Eriken in den Herbst, bei einigen in den Winter⁶¹⁾. Sollte man daraus nicht schliessen dürfen, dass nur das atlantische Klima einer so langen Vegetationsperiode genügen kann? Allein dabei bliebe doch auch Manches unerklärt. Die Dauer der Entwicklungszeit ist länger an der Bai von Biscaya, als in Portugal, wo die Sommerdürre sie in der Küstenregion unterbricht und also auch die Eriken, die beiden Gegenden gemeinsam sind, sich wahrscheinlich verschieden verhalten werden. Ferner steigen die beiden Eriken der baltischen Ebene, die bei uns doch auch erst im Spätsommer zu blühen anfangen, hoch in die alpine Region der Alpen und Pyrenäen, wo sie genöthigt sind, ihre Entwicklungsperiode bedeutend zu verkürzen. Es bleibt also auch bei der Erikenform, wie bei den Cisten vorläufig nichts übrig, als anzuerkennen, dass sie den spanischen Vegetationscentren in grösserer Mannigfaltigkeit entsprossen sind, ohne dass eine bestimmte klimatische Ursache dieses Verhältnisses bekannt wäre, obgleich es thatsächlich festzustehen scheint, dass die bis zum Herbst die Befruchtung verzögernden Eriken sich von ihrer Heimath ostwärts nicht entfernt haben, denen hingegen, die schon im Frühlinge blühen, kein Hinderniss im Wege stand. Aber auch darin steht die Erikenform mit den spanischen Cisten in gleicher Linie, dass sie hier in weit grösserem Massstabe gesellig auftreten, und zwar nicht bloss die Eriken selbst, sondern auch andere Sträucher mit ähnlichen Vegetationsorganen (z. B. *Rosmarinus*).

Die Spartiumform, welche die blattlosen Sträucher zusammenfasst, hat von einem südeuropäischen Gewächs (*Spartium junceum*) seinen Namen, dessen lange, grüne Ruthen sich unter das Gebüsch der Maquis drängen und gegen das Ende des Frühlings mit grossen, gelben Schmetterlingsblumen prangen. Kommen an diesem Strauch auch in gewisser Jahrszeit einzelne Blätter von geringer Grösse vor, so haben dieselben doch keine beachtenswerthe physiologische Bedeutung. Hier muss vielmehr das Gewebe dünner, cylindrischer Zweige die Thätigkeit der Blätter ersetzen. Durch die beschränkte Oberfläche wird der Saftumtrieb verlangsamt, da die Verdunstung es ist, wodurch die Wassercirculation in den Pflanzen ebenso sehr wie durch die Saugkraft der Wurzeln geregelt wird. Die Zahl der

Spaltöffnungen, durch welche sowohl die Entbindung des Wasserdampfs als auch überhaupt der Austausch der atmosphärischen Gase mit den Säften stattfindet, ist in der cylindrischen Oberhaut weit geringer, als auf einer ebenen Blattfläche. Mit der eingeschränkten Verdunstung ist also auch zugleich eine langsamere Ernährung verbunden, zu welcher, so lange das Tageslicht die grünen Organe beleuchtet, die atmosphärische Kohlensäure das wichtigste Material liefert. Aber die Bedingungen sind in beiden Fällen doch nicht dieselben. Die Verdunstung wird durch die Wärme und Trockenheit des Klimas beschleunigt, die Aufnahme der Kohlensäure ist nur vom Lichte abhängig, dessen Wirkungen in verschiedenen Klimaten sich nicht zu ändern scheinen. Der sonnige oder beschattete Standort ist oft für das Gedeihen einer Pflanze entscheidend, die wechselnde Tageslänge verschiedener Breiten wird vielleicht durch die von der Höhe des Sonnenstandes bedingte Intensität des Lichts ausgeglichen. Wir finden die Spartiumform in der Mediterranflora nur durch wenige, allgemein verbreitete Sträucher vertreten, aber im Westen und namentlich in Spanien und Nordafrika tritt sie in grösserer Mannigfaltigkeit auf und geht hier durch viele Mittelstufen in andere Strauchformen über. In Spanien führt sie auch einen besonderen, aus dem Arabischen stammenden Namen (Retam), den man vielleicht dem von uns gewählten vorziehen könnte, um diese blattlosen Sträucher zusammenzufassen. Den weissblüthigen Retam Andalusiens (*Retama monosperma*) beschreibt Willkomm als »einen mannshohen Strauch mit armesdicken Stämmen, deren aufwärts strebende Aeste sich in grosse Büschel ruthenförmiger, silbergrauer, seidenglänzender Zweige von der Dicke eines Gänsekiels auflösen, welche wie bei der Trauerbirke herabhängen und im Februar dichte Trauben wohlriechender Blüten entfalten.« Durch so auffallende Gestaltungen hervorragend, bildet demnach die Spartiumform mit den Cisten und Eriken eine dritte Eigenthümlichkeit der westlichen Schöpfungscentren. Die klimatische Gliederung der spanischen Halbinsel ist auf die Vertheilung dieser Sträucher nicht ohne Einfluss. Man darf wohl behaupten, dass die Cisten auf dem Tafellande des Inneren am häufigsten sind. Die Eriken überwiegen dagegen in Portugal, die Spartiumform zählt die meisten Arten in dem heissen Klima Andalusiens. Da diese blattlosen Sträucher grösstentheils Leguminosen aus der Gruppe der

Genisteen sind und noch viele andere Genisteen, die man sämtlich Ginstergesträuche zu nennen pflegt, das südliche Tiefland Spaniens bewohnen, so könnte man auch in der Vertheilung der Spartiumform nur eine Eigenthümlichkeit dieser Gegenden erblicken, die, ursprünglich gegeben, sich nicht weiter erklären lasse. Wie aber die Eriken sich an den atlantischen Küsten Europas anhäufen, so weisen die blattlosen Sträucher von dem trockeneren Klima Granadas auf die Sahara, wo sie in grösserer Mannigfaltigkeit des Blütenbaus auftreten und noch viel weniger befeuchtet werden. Stellen wir die Eriken mit ihren reichen, gedrängten Blattnadeln den nackten Zweigruthen des Spartium gegenüber, so ist einleuchtend, dass die ersteren an Zellenbildungen und Wachstumsprocessen, mit einem Wort an Arbeit im Verlauf einer Vegetationsperiode viel mehr zu leisten haben, als diese. In beiden Fällen kann die Periode gleich lang sein, aber in dem feuchteren, atlantischen Klima ist der Saftumtrieb verhältnissmässig lebhafter, die Zufuhr von Nahrungstoffen aus dem Erdboden grösser, die Stetigkeit des Wachstums nothwendiger. Je trockener das Klima wird, desto mehr vereinfacht sich daher die Organisation. Nicht in den Blüten, aber in den Vegetationsorganen tritt diese Vereinfachung des Bildungsganges ein, und vielleicht liegt auch darin der Grund, dass die Spartiumform leichter die Entwicklungsperiode verkürzen kann, als dies bei den Eriken der Fall ist. Von dem geringeren Umfange der Leistungen des Wachstums wäre es dann auch abzuleiten, dass die nordischen Eriken von den südlichen im gleichen Sinne abweichen, die Calluna, weil ihre Blattnadeln viel kleiner sind, die Glockenheide (*Erica Tetralix*), weil sie weit niedriger bleibt und daher wenig Holz zu bilden hat. Allein doch erreichen sie die Einfachheit der blattlosen Sträucher nicht und treten daher nicht, wie diese, in das Steppen- und Wüstenklima ein, wo die Bedingungen des Wachstums noch viel ungünstiger sind, als im feuchten Gebirge. Es ist schwer, die Spartiumform des Mittelmeergebiets anderen Sträuchern gegenüber sicher abzugrenzen, weil die Blattbildung der Genisteen in allmähigen Uebergängen von den belaubten zu den nackten Arten schwindet, dann aber auch die letzteren, wenn sie stechende Zweige entwickeln, mit den Dornsträuchern verbunden sind. Fasse ich alle diejenigen zusammen, bei denen die Funktionen des Laubes mehr oder minder

vollständig auf die grünen Zweige übergehen, indem die Blätter entweder ganz fehlen oder nur kurze Zeit vorhanden sind, so zähle ich in meiner Sammlung über 40 Arten (44), unter denen aber fast die Hälfte (20) dornig ist. Sehr ungleich vertheilen sie sich in den beiden Familien der Leguminosen (39) und Gnetaceen (*Ephedra*). Die ersteren gehören mit einer einzigen Ausnahme (*Coronilla juncea*) zu den Genisteen, aber die Zahl der Gattungen, von denen ich 8 unterscheide, steht nicht fest, da die Ansichten der Systematiker über deren Umfang getheilt sind. Ohne feinere Unterschiede im Bau der Blüthen und Früchte zu beachten, lassen sich diese Genisteengattungen nicht unterscheiden, und nur in einem Falle (*Pterospartum*) nehmen die Zweige eine flache, blattähnliche Gestalt an und ersetzen hier also allein das fehlende Laub in vollem Umfange. Unter den blattlosen Genisteen, die keine Dornen tragen, finden sich nur zwei Arten durch das ganze Mittelmeergebiet oder doch den grössten Theil desselben verbreitet, und beide überschreiten auch in gewissen Richtungen dessen Grenze, die eine (*Spartium junceum*) im Rhone-Thal, wo sie bis Lyon hinaufgeht, und angeblich auch in Armenien, die andere (*Syspone radiata*) in den wärmeren Alpenthälern und im Banat. Anders verhalten sich die dornigen Formen, die fast sämmtlich auf den Westen beschränkt sind, und von denen zwei Arten (*Ulex*) gleich der Erikenform längs der atlantischen Küste sich bis hoch in den Norden der britischen Inseln verbreiten. Die Gattung *Ephedra*, die durch die Gliederung ihrer steifen, blattlosen Zweige sich auszeichnet, und deren festeres Gewebe dem kälteren Winter des kontinentalen Klimas widersteht, ist geographisch den Genisteen gerade entgegengesetzt: ihr Centrum berührt das Steppengebiet, aber zwei Arten reichen doch bis nach Spanien, und eine dritte ist sogar dem Westen eigenthümlich. Fassen wir endlich die Thatsachen zusammen, so ergibt sich innerhalb des Mittelmeergebiets doch nur für 5 Sträucher der *Spartium*-form ein ausgedehnter Verbreitungsbezirk, einige (3) gehören dem Osten, andere (3) den Inseln Sicilien und Sardinien an, alle übrigen (33) sind auf den Westen beschränkt und die meisten überschreiten kaum die spanische Halbinsel oder Nordafrika. Von diesen zahlreichen spanischen Genisteen dringt indessen eine Art über die Grenzen der Mediterranflora in Frankreich vor (*Sarothamnus purgans* bis zur Loire).

Die Dornsträucher nehmen im Mittelmeergebiet eine verschiedene geographische Stellung ein, je nachdem sie zu den Genisteen oder anderen Gruppen gehören. Die erstere sind häufiger im Westen, die übrigen auf den östlichen Halbinseln. Ich rechne indessen zu dieser Pflanzenform nur solche Gewächse, bei denen die Bildung stechender Organe auf Kosten der Belaubung erfolgt. Denn nur diesen kommt eine bestimmte klimatische Beziehung zu, wodurch sie sich der Spartiumform unmittelbar anschliessen. Ob die Blätter minder zahlreich werden, weil an den Zweigen die Endknospe verkümmert und sich in einen Dorn verwandelt, oder ob ihre Grösse verringert ist, weil gewisse Theile ihres Gewebes sich nicht ausbilden und zu stechenden Spitzen verholzen, ist hiebei gleichgültig. In beiden Fällen ist die verdunstende Oberfläche des ganzen Gewächses kleiner, als sie ohne die Dornen sein würde, und dadurch der Organismus einem trockeneren Klima angepasst. Wenn aber eine Pflanze reichlich belaubt ist und doch an dem Rande des Blatts, wie der Hülsenstrauch (*Ilex*), Dornen trägt, oder die Nebenblätter zu solchen Gebilden umformt (z. B. *Paliurus*), oder endlich nur oberflächliche Stacheln aus der Oberhaut entwickelt, wie die Rose, kann von solchen klimatischen Bedingungen nicht die Rede sein. An Uebergängen, wo die Bedeutung der Organe zweifelhaft wird, fehlt es bei dieser Auffassung freilich ebenso wenig, wie bei irgend einer anderen physiologischen Eintheilung der vegetativen Gebilde. So sind die Dornsträucher mit allen übrigen Strauchformen verknüpft, und aus den einfacheren, den typischen Fällen, ist das Gesetz abzuleiten, welches den Pflanzen den geeigneten Wohnort gab. Zwischen den immergrünen Dornsträuchern der Spartiumform und den dornigen Genisteen, welche Blätter besitzen, ist kaum eine Grenze zu ziehen möglich. Zuweilen ist das Laub sogar zusammengesetzt und kann doch sehr vergänglich sein (*Calycotome*). Hier bleiben die Zweige oft lange grün und übernehmen die Blattfunktion, die lange Vegetationsperiode des Westens ist ihnen gemäss, wenn auch nicht für alle Arten. Die meisten anderen Dornsträucher hingegen sind nicht so gebaut, dass die Axentheile zur Ernährung beitragen können. Die Stengelglieder bleiben kurz und verholzen rasch, die Höhe des Wuchses ist geringer. Dies ist die Form der Dornsträucher, welche erst im Steppenklima zur grössten Mannigfaltigkeit gelangt, und die

von hier in die Küstenlandschaften der östlichen Halbinseln hinabsteigt. Wir werden sie in der Folge näher zu betrachten haben, aber schon hier ist ein Verhältniss zu erwähnen, woraus ihre klimatische Stellung hervorgeht. Durch keine Pflanzenform wird das persisch-anatolische Hochland bestimmter charakterisirt, als durch die Traganthsträucher (*Astragalus sect. Tragacantha*), deren gedrängte, zierliche Fiederblätter in Dornen auslaufen, und deren Stämme, nachdem die Blättchen abgefallen, durch die stechenden Blattstiele, die sich dauernd erhalten, noch viel stärker bewaffnet sind. Diese Strauchform nun bewohnt nicht bloss die Küsten Thraciens und Macedoniens (*A. thracicus*), sondern auch die höchsten und entlegensten Berge des ganzen Mittelmeergebiets, vom Athos und vom Ida in Kreta bis zum Aetna und zur Sierra Nevada, ja sogar bis zur südlichen Alpenkette (*A. aristatus*). Fast alle diese Traganthsträucher im Westen und Süden des Mittelmeergebiets wachsen auf alpinen Gebirgshöhen. Welche klimatische Verwandtschaft besteht nun zwischen dem Steppenklima Vorderasiens und dem Aetna? Gemeinsam ist die Kürze der Vegetationszeit, es ist ein ähnliches Verhältniss, wie dasjenige, welches die alpine Region mit der arktischen Flora und in einigen Fällen auch mit der russischen Ebenen verbindet. Die Verkürzung der Stengelglieder, die wir bei den Traganthsträuchern finden, ist das Gegentheil von den langgestreckten Ruthen des Spartium, sie ist ein Ausdruck für verkürzte Entwicklungsperioden, wo die Blätter möglichst rasch sich entfalten müssen; um Zeit für ihre Thätigkeit zu gewinnen. Dieser Bau wiederholt sich auch bei anderen Dornsträuchern, deren Heimath im Osten liegt (z. B. *Acantholimon*, *Poterium spinosum*). Wo der Winter neben der trockenen Jahreszeit das Pflanzenleben einschränkt, treten solche Bedingungen ein. Deshalb steigen die Traganthgebüsch in der Nähe der Steppengrenze bis zur Küste Thraciens hinab, bewohnen in Griechenland niedrigere Höhen, als weiter westwärts, und sind in Spanien gleichfalls nicht bloss in der alpinen Region, sondern auch in den tieferen Plateaulandschaften vertreten (*A. Clusii*). Nur eine Art fügt sich diesem Verhältniss nicht, indem sie, dem Westen eigenthümlich, noch an der Küste der Provence angetroffen wird (*A. massiliensis*). Die orientalischen Dornsträucher bieten nun aber ausser ihrer kürzeren Entwicklungszeit noch ein anderes klimatisches Moment dar,

indem sie eben wegen ihrer Dornen der Dürre zu widerstehen geeignet sind. Auch in dieser Beziehung finden sie, wie wir weiter unten sehen werden, in der alpinen Region Südeuropas ähnliche Bedingungen wieder, wie in den Steppenlandschaften, und sind daher von den feuchteren Gegenden der nördlichen Alpenketten ausgeschlossen. An Mannigfaltigkeit der Arten stehen die Dornsträucher im Mittelmeergebiet der Steppenflora bei Weitem nach, namentlich wenn man die Genisteen und andere Uebergangsformen nicht berücksichtigt. Im Ganzen zähle ich etwa 30 entschieden hieher zu ziehende Arten, die zu 13 Gattungen und 8 Familien gehören.

Kehren wir nun, nachdem wir das immergrüne Laubblatt bis zu den Strauchformen begleitet haben, wo es sich verliert, zu den übrigen Bestandtheilen der südeuropäischen Wälder zurück, so erscheint uns dieses Gebiet wie geschaffen, die nördlichen Zonen mit den Tropen zu verknüpfen. Denn das Klima hindert weder die Baumformen des Nordens, in dasselbe einzutreten, noch versagt es sich durchaus gewissen tropischen Erzeugnissen. Wie dies schon bei den Agrumen Indiens sich zeigte, so ist es auch durch die Mimoseenform und die Palme Afrikas angedeutet. Was aber die Baumformen Nordeuropas betrifft, so ist ein doppeltes Verhältniss zu unterscheiden, indem theils dieselben Arten und diese gewöhnlich nur in den Bergregionen wiederkehren, theils neue Vertreter derselben, die des milderen Winters bedürfen, an den warmen Küsten, andere ebenfalls im Gebirge ihre Heimath haben.

Mit dem immergrünen Fiederblatt der tropischen Tamarindenform stimmt die Karube (*Ceratonia*) überein, durch das feste Gewebe ihres glänzenden Laubes bildet sie den Uebergang zum Lorbeer und ist ein Monotyp der immergrünen Region, dessen süßes, in einer Hülse eingeschlossenes Fruchtfleisch dem Baum eine eigenthümliche Stellung unter den Nahrungspflanzen anweist. Die zarten Bildungen mehrfach zusammengesetzten Laubes, die der Mimoseenform angehören und im tropischen Afrika so gewöhnlich sind, kommen nur in den östlichen, asiatischen Landschaften vor, wo sie von Aegypten aus an der syrischen Küste sich zeigen und sporadisch ziemlich weit nach Norden gehen, indem ihre Polargrenze am Bosphorus und am kaspischen Meere liegt (z. B. *Albizzia Julibrissin*). Dies ist also eine der Pflanzenformen, wodurch die Beziehungen zwischen dem Klima

des tropischen Afrikas und der an die Steppen grenzenden Theile des Gebiets ausgedrückt sind. Allgemein sind nur Bäume mit einfach gefiedertem Laube, die sich an die Eschenform des Nordens anschliessen und, wie diese, ihr Laub im Winter abwerfen. Dahin gehören die Pistacien und die südeuropäischen Eschen, welche die immergrüne Region bewohnen oder doch nur wenig überschreiten. Die Mannaesche (*Fraxinus Ornus*), die häufigste, ist nur ein unansehnlicher Baum und bleibt in Rumelien strauchartig. Hochstämmige Bäume bildet zuweilen die Terebinthen-Pistacie (*Pistacia Terebinthus*), aber gewöhnlich kommen weder die Pistacien, noch die Eschen dem schönen Wuchs der Karube gleich.

Die Buchenform ist eine viel bedeutendere Erscheinung. In den Gebirgen fast durch alle Laubhölzer des nördlichen Europas vertreten, bildet sie an den unteren Gehängen zunächst den Gürtel der Kastanienwälder. Bevor man, von den südlichen Alpen oder von anderen Berglandschaften herabsteigend, in die Mediterranflora eintritt, wird man durch die Kastanie (*Castanea*) auf die immergrünen Formen vorbereitet. Das festere Gewebe, das lebhafte Grün des feingezackten Blattes gleicht schon ihrer derberen Organisation und deutet eine verlängerte Vegetationsperiode an, während die Buchen und ähnliche Bäume nördlicher Klimate mit ihrem zarteren, biegsamen Laube auf die höher gelegenen Gebirgsregionen beschränkt sind. Den Gürtel des Kastanienwaldes findet man von den Alpen bis Sicilien, von der Sierra Nevada bis zum Pontus wieder, auf den meisten südeuropäischen Gebirgen an der oberen Grenze der immergrünen Region bald lichte Bestände bildend, bald ein schönes, zusammenhängendes Laubdach über hochwüchsigen Stämmen ausbreitend. Es ist der erste Eindruck, den der Wanderer von den reicheren Formen der südlichen Natur empfängt. Aber nachdem nun die Buchen und andere Gewächse des Nordens aus seinem Gesichtskreise längst verschwunden sind, begleitet ihn noch das deutsche Eichenlaub nicht bloss durch den Gürtel der Kastanienwälder (*Quercus Cerris*), sondern auch in die immergrüne Küstenlandschaft, und dasselbe gilt auch von der gewohnten Erscheinung der Ulmen und Pappeln. Hier zeigt sich, dass zwar die südlichen Pflanzenformen das mitteleuropäische Klima nicht ertragen, dass aber durch die veränderten Einwirkungen des Südens nicht alle

Erzeugnisse höherer Breiten in gleichem Grade gefährdet sind. Die Eichen, die im Winter ihr Laub verlieren, leiden zwar in ihrem Wuchs, oft gehen sie in niedere Strauchformen über, aber sie widerstehen doch der Dürre des Sommers. Den häufigsten Arten (*Q. pubescens* u. *Q. Toza*) ist durch die Behaarung der Blätter einiger Schutz verliehen. Es fehlt jedoch auch an Eichen mit glatter Laube nicht, und es ist ungeachtet der Schwierigkeit, die nahe stehenden Arten sicher zu begrenzen, doch unzweifelhaft, dass eine derselben mit derjenigen, die im Norden gestielte Eicheln trägt (*Q. pedunculata*), identisch sei. Hier darf man wohl annehmen, dass ihre späte Belaubung, von der früher die Rede war, ihr zum Hilfsmittel dient, sich durch die regenlose Jahreszeit zu erhalten, in welche sie gerade dann eintritt, wenn die höchste Energie ihrer Vegetation erreicht ist. Mögen dann auch ihre Blätter welk und verstäubt erscheinen, sie gehen nicht zu Grunde und erholen sich wieder unter dem Einflusse des Herbstregens. Eine ähnliche, dem Osten eigenthümliche Art (*Q. infectoria*) nähert sich durch ihr zäheres Laubgewebe schon den immergrünen Formen, indem sie ihre alten Blätter erst im folgenden Frühlinge abwirft, während das neue Laub sich entfaltet. Wenn durch die Eichen mit periodischer Entlaubung die klimatischen Momente ausgedrückt sind, die Mittel- und Südeuropa gemeinsam angehören, so zeigen mehrere Kulturbäume, die der Buche in ihrer Blattbildung mehr oder minder ähnlich sind, dass auch der Süden eigenthümliche Erzeugnisse aus dieser und den verwandten Bildungsreihen besitzt. Dahin gehören der Mandelbaum, der Granatbaum und die beiden Maulbeerbäume (*Amygdalus communis*, *Punica granatum*, *Morus alba* u. *nigra*). Die Herkunft von Gewächsen, die so werthvoll sind, wie diese, lässt sich selten sicher bestimmen. Die Untersuchungen über ihre ursprüngliche Heimath haben indessen gelehrt, dass die genannten Bäume sämmtlich schon im griechischen Alterthume bekannt waren, und dass sie noch jetzt theils im Orient, theils in Nordafrika als einheimische Gewächse betrachtet werden, also in Abschnitten des Gebiets, wo die Vegetationszeit verkürzt ist. Da sie einen milderen Winter erheischen, als die Eichen des Nordens, so ist ihre Wanderung als diesen entgegengesetzt aufzufassen. Vom Osten und Süden hat sie der Anbau in westlicher und nördlicher Richtung ausgebreitet, aber nach ihren heutigen Kulturgrenzen sind

ihre klimatischen Bedingungen ungleich. Der Granatbaum, der in Macedonien sich wie ein einheimisches Gewächs verhält, überschreitet doch nirgends die Grenzen der Mediterranflora, so leicht er sich unter den Tropen akklimatisirt, wo er fast das ganze Jahr seine dunkelrothen Blüten entwickeln soll. Das Laub dieses Baums hat eine kürzere Dauer, als bei den immergrünen Gewächsen⁶²⁾, und die in Südeuropa zum Sommer sich verspätende Blüthezeit deutet ebenfalls auf die kürzere Vegetationsperiode seiner orientalischen Heimath. In wärmeren Ländern scheint er dann an wiederholte Bildungsprocesse während desselben Jahrs sich gewöhnen zu können, wogegen er in höheren Breiten zwar die genügende Entwicklungszeit finden, aber während seines Winterschlafs die Kälte nicht ertragen würde. Ganz verschieden verhält sich der Mandelbaum, der schon so früh im Jahre die zu den Baumkulturen bestimmte Landschaft mit seinen Blüten schmückt und doch, wiewohl er noch vor seiner Belaubung z. B. in Südfrankreich bereits im Januar oder Februar zu blühen pflegt, erst gegen den Schluss der dürrn Jahreszeit seine Früchte reift. Hieraus ist man wohl berechtigt, den Schluss zu ziehen, dass die ursprüngliche Heimath des Granat- und Mandelbaums nicht dieselbe sei, dass der erstere aus solchen Gegenden des Orients stamme, wo der Winter zwar milde, aber von längerer Dauer ist, der letztere aus Nordafrika, wo man ihn noch jetzt als einheimisch betrachtet⁶³⁾, und wo die Vegetationsperiode nicht durch den Winter, sondern durch die verlängerte Sommerdürre verkürzt wird, welche die Reife der Mandeln verspätet. Das Kulturgebiet des Mandelbaums sehen wir auch über die Grenzen der Mediterranflora im Westen bis zum Rheine (49° N. B.) hinausgerückt, soweit ihm die Entwicklungszeit und der milde Winter des Seeklimas genügen. Der Maulbeerbaum scheint dem Granatbaum in seiner klimatischen Sphäre näher zu stehen, als dem Mandelbaum, da er viel später aus dem Winterschlaf erwacht und seine Blätter in der Provence erst in der zweiten Hälfte des März entfaltet. Zu Anfang April 1867 machte ich die Beobachtung im Rhonethal, dass von Lyon abwärts die Maulbeerbäume bis zur Grenze der Mediterranflora noch kahl waren, dass sie aber, sobald ich die ersten Olivenbäume erreicht hatte, nun auch von frischem, gelblichem Laube bedeckt sich zeigten und die Mandelbäume ebenfalls im Frühlingslaube prangten. Obgleich manche

Beobachtungen für die pontische Heimath der beiden Maulbeerbäume sprechen, so ist es doch auffallend, dass sie den alten Griechen schon bekannt gewesen sein sollen und doch die auf ihren Anbau begründete Zucht der Seidenraupe auf China beschränkt blieb, indem dieselbe erst in viel späterer Zeit unter Justinian nach dem Occident verpflanzt wurde⁶⁴). Dieser scheinbare Widerspruch, dass die Heimath eines Insekts nicht mit der des Gewächses zusammenfalle, von dem es sich ernährt, findet wahrscheinlich darin seine Lösung, dass die Herkunft der beiden Morus-Arten keineswegs dieselbe sein dürfte. Denn die klimatischen Bedingungen derselben sind nicht übereinstimmend. Der weisse Maulbeerbaum, dessen Spielarten fast ausschliesslich zum Seidenbau benutzt werden, erträgt den kontinentalen Winter des Steppenklimas und leidet erst bei hohen Kältegraden. Der schwarze Maulbeerbaum erfriert in Deutschland leicht und entspricht übrigens dem Klima des Weinstocks⁶⁵). Hiernach möchte die Heimath des letzteren am schwarzen Meere zu suchen sein, und so wäre es erklärlich, dass die Alten mit der Frucht wohl bekannt waren. Aber zur Ernährung der Seidenraupe kann derselbe nach Metzler nicht benutzt werden, und, wenn dieses behauptet worden ist, meinte dieser hervorragende Kenner unserer Kulturgewächse, hätten Verwechslungen mit dem weissen Morus, der auch mit dunkelfarbigem Beeren vorkommt, zu Grunde gelegen. Wenn diese Ansicht aber auch nicht vollständig begründet wäre und die Meinung italienischer Forscher⁶⁴) sich bestätigt, dass der occidentalische Seidenbau lange Zeit mit Hülfe des schwarzen Morus betrieben sei; sich aber erst zur jetzigen Blüthe heben konnte, als im funfzehnten Jahrhundert der weisse Morus von Asien nach Europa verpflanzt wurde, so weisen doch diese Ueberlieferungen nicht minder als die klimatischen Verschiedenheiten beider Arten darauf hin, dass die Heimath des Insekts, wie die von dessen eigentlicher Nährpflanze nicht dem Mittelmeergebiet, sondern einem kontinentaleren Klima des Ostens angehöre. Hat man den weissen Morus am kaspischen Meere als einheimisch aufgefasst, so ist zu bemerken, dass das Steppenklima von dort bis nach China reicht und also eine natürliche Verbreitung des Gewächses durch einen grossen Theil Asiens erfolgen konnte. Alle Thatsachen scheinen sich demnach unter dem Gesichtspunkte zu vereinigen, dass der weisse Maulbeerbaum in den durch Flüsse bewässerten Steppen

Asiens seine Heimath habe, dadurch den Chinesen im Osten, vielleicht auch den Griechen im Westen bekannt ward, dass aber die Ersteren, die Bewohner des alten Sericum, die Benutzung des Gespinnstes der Seidenraupe erfanden und bis in das sechste Jahrhundert unserer Zeitrechnung diese Erfindung als Monopol bewahrten.

Durch die veränderliche Gestalt des Morus-Blattes reiht sich dieser Baum an die Laubformen der Linde und der afrikanischen Sykomore, deren Vertreter in Südeuropa sich ähnlich wie die der Buchenform verhalten. Weit seltener als die Buche ist die Birke auf den Gebirgen des Südens anzutreffen, aber in Unteritalien gewinnt eine Erle mit Lindenblättern (*Alnus cordifolia*) bedeutenden Antheil an der Bewaldung der Berge; auch in Korsika kommt sie vor und soll mit einer in den Kaukasusländern einheimischen Art (*A. subcordata*) übereinstimmen. Auf der griechischen Halbinsel begleitet die Silberlinde (*Tilia argentea*) den Kastaniengürtel und bildet in Macedonien eine schmale, scharfbegrenzte Waldregion⁶⁶⁾ von hohen, unvermischten und weitverzweigten Stämmen, deren Laub durch die weisse Färbung der unteren Fläche zu dem Namen des Baums den Anlass bot. Während aber die Kastanie nur im Westen die Grenzen des Mittelmeergebiets bedeutend überschreitet, erstreckt sich die Verbreitung jenes griechischen Baums in das verwandtere Klima Ungarns. Viel bedeutender ragt in der Physiognomie der orientalischen Landschaft die Platane (*Platanus orientalis*) hervor, welche von Macedonien und Griechenland bis zu den fernen Steppenlandschaften am Indus die Wohnsitze der Menschen zu begleiten pflegt. Waldbestände dieses prächtigen Baums, dessen zackig gerundetes Laub nicht bloss an den Ahorn, sondern auch an die tropischen Bombaceen erinnert, kommen schon in den tiefen Forsten auf dem Vorgebirge des Athos und in Griechenland vor, sollen auch ehemals am Fusse des Aetna vorhanden gewesen sein, aber als eigentliches Heimathsland möchten die Gebirge der vorderasiatischen Steppen gelten dürfen, wo die Platane am Taurus bis über 5000 Fuss ansteigt⁶⁷⁾. Hierfür spricht auch der Umstand, dass der nahe verwandte Storaxbaum (*Liquidambar orientale*) auf einen kleinen Raum am pisidischen Taurus beschränkt ist und also das gemeinsame Vegetationscentrum nicht verlassen hat. Es liegt nahe, hiebei die Thatsache anzuführen, dass beide Bäume in Nordamerika durch

überaus ähnliche Arten ersetzt werden, so dass der Storaxbalsam von zwei so entlegenen Ursprungsländern in den Handel kommt und die beiden Platanen in den Gärten häufig mit einander verwechselt werden. Dies ist eins der auffallendsten Beispiele, wie die entferntesten Vegetationscentren zuweilen in ähnlichen, aber doch nicht identischen Erzeugnissen sich gefallen, wobei an die Uebertragung einer etwaigen Stammart von einem Gebiete in das andere doch gar nicht zu denken ist.

Die Sykomorenform, deren Eigenthümlichkeit näher zu erläutern erst das afrikanische Sudan, dessen Klima ihm am meisten zusagt, den Anlass bieten wird, tritt über Aegypten nur bis nach Syrien in das Gebiet ein (*Ficus Sycomorus*), aber auch der südeuropäische Feigenbaum (*Ficus Carica*) kann mit ihr verglichen und als der am weitesten nach Norden gerückte und unter neue Bedingungen gestellte Vertreter derselben betrachtet werden. Schon in den ältesten Ueberlieferungen der Geschichte erwähnt und, wie man meint, aus Vorderasien abstammend, umfasst die Feigenkultur gegenwärtig das ganze Bereich der Mediterranflora und erreicht, da nur der winterliche Frost deren weitere Ausbreitung verhindert, erst im westlichen Seeklima von Frankreich ihre Polargrenze. Ueberall innerhalb dieses Kulturgebiets findet man den Feigenbaum, wenn auch nur zur Strauchgestalt verkümmert, zugleich wie ein einheimisches Gewächs verbreitet, ohne dass sich unterscheiden lässt, ob es aus den durch den Anbau veredelten Spielarten zum Wildling zurückgeschlagen oder in weiterem Umfange durch natürliche Kräfte von seiner Heimath aus fortgepflanzt sei. Da der Feigenbaum in der Provence erst zu Anfang April seine Entwicklungsperiode zu beginnen pflegt, so wäre seine orientalische Herkunft hierin ausgesprochen, in sofern die spät ausschlagenden Bäume entweder aus einem nördlichen oder einem östlichen Klima abstammen. Indessen scheint bei diesem Gewächse die Zeit der Belaubung grösseren Schwankungen zu unterliegen⁶⁸).

Die Weidenform, der schon der Granatbaum durch seine schmale Blattgestalt sich nähert, hat im Süden nicht dieselbe Bedeutung, wie in höheren Breiten. Doch giebt es daselbst einige ähnliche Bäume aus verschiedenen Familien, die auf den östlichen Halbinseln häufiger vorkommen (*Elaeagnus*; *Pyrus amygdaliformis*).

An die Laubhölzer mit periodischer Belaubung reihen sich zahlreiche Gesträuche, welche im Winter ebenfalls ihre Blätter verlieren. Bald tragen sie, den immergrünen Formen eingestreut, dazu bei, die Mannigfaltigkeit der Maquis zu erhöhen, bald bilden sie das Unterholz der Wälder, aber einige sind auch zu selbständigen Formationen durch geselliges Wachstum verbunden. Das Letztere ist namentlich bei den Eichengesträuchen der Fall, die in der europäischen Türkei ungemein häufig sind und wohl als die Ueberreste einstiger Hochwälder gelten dürfen, welche, allen Schädlichkeiten preisgegeben, sich nicht wieder verjüngen konnten. Wiewohl ich von Sträuchern, die der Rhamnusform des nördlichen Europas entsprechen, allein in der Mediterranflora über 50 Arten zähle und diesen in den Gebirgsregionen noch manche andere sich anreihen, die meist mit denen höherer Breiten identisch sind, so haben doch nur wenige für die Physiognomie der Landschaft ein besonderes Interesse. In der immergrünen Region fallen manche dadurch auf, dass die Rhamnusform nicht bloss in den Blüten, sondern auch in der Gestalt des Laubes und im Wuchse hier weit mannigfaltigere Bildungen zeigt, als in Mitteleuropa. Ich zähle darunter Arten aus 27 Gattungen, die zu 16 verschiedenen Familien gehören. Die grösste und die für die spanische Halbinsel bedeutendste Reihe gehört auch hier wieder zu den Genisteen (z. B. *Adenocarpus*, *Sarothamnus*), indem der Formenkreis dieser Gruppe von den nackten und dornigen bis zu den reichlich belaubten Stämmen vollständig entwickelt ist. Um aber zu zeigen, wie mannigfaltig auch in anderen Gegenden die Organisation der Sträucher sei, genügt es, die wenigen Arten anzuführen, die für bestimmte Abschnitte des Gebiets oder durch die Geselligkeit ihrer Individuen besonders charakteristisch sind. Im Westen finden wir eine Malvacee mit rundlich gelappten Blättern (*Lavatera olbia*), im Osten eine Styracee mit feiner, weisser Behaarung (*Styrax officinalis*), am Pontus eine reich mit grossen, farbigen Blumen geschmückte Ericacee (*Azalea pontica*). Eine Euphorbiacee mit gedrängter Belaubung bedeckt die sonnigen Kiesgerölle der ligurischen Küste (*Euphorbia dendroides*): dieser Strauch ist dadurch merkwürdig, dass er im Sommer die Blätter abwirft und unter dem Einflusse der Herbstregen sich wieder belaubt⁹⁸). Eine aromatische Verbenacee (*Vitex agnus castus*), die dichte, ausgedehnte Gebüsche an den Flussufern bildet

und im Arabischen »Hand der Maria« genannt wird, verdankt diesen Namen der graziösen Bildung des Laubes, welches aus fünf zierlichen Blättchen besteht, die wie die Finger einer Hand an dem Blattstiele sternförmig ausgebreitet sind und auf der unteren Fläche von einem zarten, weissen Flaum glänzen⁶⁹⁾. Sind nun auch alle diese besonderen Erscheinungen des Südens den Waldregionen der Gebirge fremd, so trifft man doch auf den höchsten Gipfeln, vom Atlas bis zum Libanon und Athos, einen anmuthigen Zwergstrauch, der hier in seinem Wuchs und in seiner Belaubung an die Zwergbirken des Nordens erinnert, aber mit lebhaft rothen Blumen das nackte Felsgerölle belebt (*Prunus prostrata*).

Die Coniferen nehmen an der Bildung der Wälder in Südeuropa einen ebenso grossen Antheil, als die Laubhölzer. Sie bilden nicht bloss, wie im Norden, häufig die oberen Waldregionen der Gebirge, sondern eigenthümliche Arten sind auch an den warmen Küsten weit verbreitet. Wenn aber in vielen Gebirgen die Laub- und Nadelhölzer nach Regionen, also klimatisch geschieden sind, so ist dies in anderen Gegenden und namentlich im Bereich der Mediterranflora ebenso wenig der Fall, wie in den Ebenen des nördlichen Europas. Die Beschaffenheit der Erdkrume ist auch hier für die Physiognomie der ganzen Landschaft entscheidend. Wo sie flach auf dem Felsen ruht oder wo sie sandig ist und in Folge dessen stärker von der Sonne erhitzt wird, bewaldet sie sich leichter mit Nadelholz, wogegen Bestände des Laubwaldes auf einem thonreicheren Boden, den sie bald stärker mit Humus füllen, dichter und kräftiger zu gedeihen pflegen. So sind die grössten Gegensätze des landschaftlichen Charakters, der doch vorzugsweise von den Holzgewächsen abhängt, oft geographisch nahe zusammengedrückt. Die Insel Cypern besitzt fast nur Nadelwald, während in dem gegenüberliegenden Syrien die Laubhölzer allgemein vorherrschen⁷⁰⁾. Ist aber die ganze Reihenfolge klimatischer Werthe von den Baumgrenzen Europas bis zur afrikanischen Wüste der Coniferenform als solcher angemessen, so bieten doch die einzelnen Arten von Nadelhölzern einen sehr geeigneten Massstab für ihre Abstufung zu Regionen oder nach klimatischen Linien und Vegetationscentren. Ich unterscheide im Mittelmeergebiete 18 Arten von Coniferenbäumen, von denen 11 zu der Gattung *Pinus* im weiteren Sinne, die übrigen zu 4 anderen Gattungen

gehören. Sie zerfallen in zwei Hauptformen, je nachdem die Blattnadel ausgebildet (Pinus) oder unterdrückt ist (die Cypressenform). Unter den Pinus-Arten bewohnen zwei fast den ganzen Umfang der immergrünen Region, die Pinie und die Aleppo-Kiefer (*P. Pinea* u. *halepensis*). Die Pinie, ein hoher, schöner Baum, der mit seinen aufwärtsstrebenden Aesten einen dichten Schirm von Blattnadeln bildet, gehört zu den ausgezeichnetsten Gestaltungen der Mediterranflora und wird, wie er zum Schmuck der Landschaft dient, von keinem Maler der südlichen Natur vernachlässigt. Mit der Ceder theilt er die Eigenthümlichkeit, dass die Nadeln sich an das Ende der Zweige drängen, aber bei der Pinie ist die Krone gewölbt, bei der Ceder pflegt das Schirmdach der Nadeln zu einer flachen Ebene ausgebreitet zu sein. In beiden Fällen ist es unverkennbar, dass die Nadeln sich da am leichtesten entwickeln, wo ihnen die stärkste Beleuchtung zu Theil wird, oder dass der Wuchs der Krone mit der Anordnung und Dichtigkeit der Blattoorgane in einem angemessenen Verhältniss steht. Es scheint, dass die Pinie der Sonne und des heiteren Himmels bedürftig ist, und wir sehen sie daher fast nirgends die Grenzen der immergrünen Region überschreiten. Nur in Italien ist dies der Fall, wo der grosse Pinienwald von Ravenna sich bis zum Delta der Po-Mündung ($44\frac{1}{2}^{\circ}$ N. B.) erstreckt⁷¹⁾. Auch in Toskana ist ein Zweig der Apenninkette am linken Ufer des Arno zwischen Florenz und Pisa mit wilden Pinien bedeckt⁷²⁾. So häufig dieser Baum in allen wärmeren Gegenden Südeuropas angepflanzt wird, so sind doch ursprüngliche Pinienwälder, die wahrscheinlich einst in weit grösserem Umfange vorkamen, jetzt nur noch in gewissen Bezirken, aber durch das ganze Gebiet, von Spanien bis zur Küste von Anatolien anzutreffen. Ich sah solche Bestände selbst in der Provence und am ägäischen Meere und finde sie namentlich in Andalusien und von da bis zur centralen Sierra de Gredos, ferner auf den beiden östlichen Halbinseln bis nach Bithynien und Cilicien erwähnt: nur der Krim und der pontischen Küste scheint die Pinie ganz zu fehlen. Die Aleppo-Kiefer steht an Grösse den übrigen Pinus-Arten nach und hat die Neigung, strauchartig zu wachsen. Sie findet sich von Spanien bis zum Pontus und Syrien, ist indessen häufig mit zwei anderen Arten verwechselt worden⁷³⁾, welche ebenfalls die immergrüne Region bewohnen, aber klimatisch doch nicht unter gleichen Bedingungen stehen. Die beiden

letzteren sind durch ungemein lange Blattnadeln ausgezeichnet und können als westliche und östliche Seestrandkiefer unterschieden werden, indem die eine (*P. Pinaster*) von Algerien bis zu den französischen Küsten reicht, hier am atlantischen Meere die Grenzen des Gebiets überschreitet, aber ostwärts nicht über Dalmatien hinausgeht, die andere hingegen (*P. maritima Lamb.*) der immergrünen Region der beiden östlichen Halbinseln eigenthümlich ist. Die Reihe der Kiefern, d. h. der Pinus-Arten, bei denen zwei Nadeln in einer Scheide vereinigt sind, umfasst ausser diesen noch zwei Gebirgsbäume, von denen die eine mit der nordischen Kiefer identisch ist (*P. sylvestris*), die andere in mannigfaltig veränderter Gestaltung auf allen höher gelegenen Theilen des Festlands und auf den grösseren Inseln einen beträchtlichen Theil der Bergwälder bildet, endlich in Oesterreich und Ungarn auch in die mitteleuropäische Flora übergreift (*P. Laricio*). Wie die Kiefern uns ein Beispiel bieten, dass die Gewächse der nördlichen Tiefebene im Süden das angemessene Klima im Gebirge finden, so ist dies auch mit dem Taxusbaum der Fall (*Taxus baccata*), der ganz Europa von Skandinavien bis zur Sierra Nevada bewohnt. Bei den Tannen zeigt sich die Abhängigkeit von klimatischen Einflüssen noch bestimmter. Man darf vielleicht annehmen, dass die Coniferen um so höher in das Gebirge ansteigen, je kürzer die Entwicklungsperiode der einzelnen Arten ist. Nun ist es auffallend, dass die Rothtanne, die Fichte des Nordens, über die Alpen hinaus im Süden nirgends wiederkehrt und im Mittelmeergebiet durch die Edeltanne (*P. Picea L.*) ersetzt wird. Wir werden sehen, dass, wo die Gebirge Südeuropas auch hoch genug sind und die Schneelinie beinahe erreichen, dieselben doch in demjenigen Niveau, welches der Fichtenregion der Alpen klimatisch entspricht, keine Wälder mehr hervorbringen können. Die Edeltanne aber bewohnt, wie in Mitteleuropa, auch hier mit der Buche gleiche Höhen und bildet daher ebenso oft wie diese die Baumgrenze des Gebirgs. Ja sie hat, wenn man nach der Mannigfaltigkeit ihrer Variationen⁷⁴⁾ auf den östlichen Halbinseln urtheilen darf, auf diesen südlichen Bergen den günstigsten Schauplatz ihres Gedeihens. Die Pinsapotanne (*P. Pinsapo*) ist dadurch merkwürdig, dass sie, wiewohl gleichfalls zu Wäldern vereinigt, sich von ihrer ursprünglichen Heimath fast gar nicht entfernt hat. Von dieser Tanne kannte man

früher nur wenige Bestände auf der Sierra de Ronda und einigen anderen isolirten Bergen in der Nähe der Seeküste von Andalusien, bis sie kürzlich auch in Kabylien auf den gegenüberliegenden Höhen des Atlas entdeckt worden ist. Die südwestlichen kolchischen Abhänge des Kaukasus, sowie einen grossen Theil der Randgebirge Kleinasiens bewohnt endlich noch eine der Rothtanne verwandte Art (*P. orientalis*), welche Ledebour mit der sibirischen Tanne für identisch hält, wogegen indessen schon nach dem klimatischen Gesichtspunkte erhebliche Bedenken obwalten. Das Problem freilich, welches ein so weites und zugleich unterbrochenes Wohngebiet bieten würde, wäre nicht ohne Analogieen, da wir eine ganze Reihe von Coniferen kennen, die auf weit entlegenen Gebirgen die Wälder zusammensetzen und in den dazwischen liegenden Ländern nicht gefunden werden. Unter diesen letzteren Bäumen sind die merkwürdigsten die beiden noch übrigen Pinus-Arten des Gebiets, bei denen eine grössere Zahl von Nadeln in derselben Scheide vereinigt ist. Da in dem Abschnitt über die Vegetationscentren auf dieselben näher einzugehen ist, so soll hier nur bemerkt werden, dass die eine die Ceder des Atlas, des Taurus und Libanon ist (*P. Cedrus*), die andere innerhalb des Gebiets bis jetzt nur auf einem einzigen Berge Macedoniens und auf dem Kom an den Grenzen Montenegros, dann aber im fernen Osten des Himalaja beobachtet wurde (*P. Peuce* oder *P. excelsa*). Aehnliche Erscheinungen von getrennten Wohngebieten, deren Zusammenhang dunkel ist, wiederholen sich bei den baumförmig wachsenden Wachholderarten, einer Gattung, die sowohl im Westen als im Osten des Gebiets, aber nur in gewissen Landschaften hochstämmige Wälder bildet. Diese Wachholderbäume, die im Archipel gegen 30 Fuss hoch werden, gleichen in der Bildung ihrer Blattorgane durchaus den Cypressen, von denen sie sich durch ihre Beerenfrüchte unterscheiden. Sie reihen sich daher mit diesen an die Tamariskenform, welche die Holzgewächse begreift, bei denen die Kleinheit der den Zweigen angedrückten Blätter durch die grosse Zahl und dichte Anordnung derselben ersetzt wird. Bei diesen Coniferen wird die Blattnadel zu einer grünen, dem Zweige genau anschliessenden Schuppe von festem Gewebe, die sich oft unter das Mass einer Linie hinab verkürzt. Indem aber diese Schuppen in dichtgedrängten Reihen die Zweige bedecken, erscheint die Krone zwar grün, aber blattlos. In einem Falle

verschmelzen diese Blattschuppen durch Anwachsen mit den Zweigen selbst, wodurch die Form der Cypressen und Tamarisken in die der ganz blattlosen Casuarinen übergeht. Diese Erscheinung ist dem Atlas eigenthümlich, in dessen Gebirgswaldungen eine solche Conifere vorkommt (*Callitris quadrivalvis*). Die Systematik der Wachholderbäume ist noch nicht genügend auseinandergesetzt⁷⁵), aber nach meinen Untersuchungen bewohnt jede der drei Arten ein abgesondertes Gebiet. Am frühesten ward die spanische Art (*Juniperus thurifera*) bekannt, welche auf dem östlichen Tafellande die Wälder von Valencia vorzugsweise bildet und bis nach Aragonien und Murcia verbreitet ist. Derselbe Baum kommt auch in Sardinien und auf dem Atlas vor und kehrt dann auf dem entlegenen Taurus von Cilicien in den mittleren Waldregionen in nicht zu unterscheidender Gestaltung wieder. Eine sehr ähnliche, aber doch ohne Zweifel verschiedene Art (*J. aegaea*) bewohnt die Inseln des Archipels, wo ich sie auf Tassos bis zur Küste hinab in der immergrünen Region beobachtete. Die weiteste Verbreitung hat der asiatische Wachholderbaum (*J. foetidissima* oder *excelsa*), der Europa nur an der Südküste der Krim zu berühren scheint und in einigermaßen wechselnden Varietäten auf den höheren Gebirgsregionen am Kaukasus und Taurus bis zur Insel Cypern vorkommt, dann aber in weiter Entfernung am westlichen Himalaja wiederkehrt. Von den Cypressen sind in der immergrünen Region zwei Arten einheimisch, die Manche nur für Abänderungen einer einzigen wollen gelten lassen. Es ist allerdings richtig, dass der schlanke oder, wie man gewöhnlich sagt, pyramidale Wuchs, der die italienische Cypressen so sehr auszeichnet (*Cupressus sempervirens*), auch bei anderen Bäumen, namentlich der lombardischen Pappel und bei einer ähnlichen Spielart der Eiche nur als eine Variation zu betrachten ist, die keine tiefere Bedeutung hat. Aber die weniger bekannte Cypressen-Art (*C. horizontalis*), welche ihre Krone gleich den Wachholderbäumen weithin ausbreitet, hat auch noch feinere Unterschiede in der Bildung der Nadeln und scheint dem Orient eigenthümlich zu sein. Noch eine dritte Cypressen (*C. glauca*) wird als ein in Portugal häufig vorkommender Baum erwähnt, der aber daselbst nicht einheimisch ist, sondern aus Ostindien eingeführt ward. Die ursprüngliche Heimath der italienischen Cypressen ist zwar auch wahrscheinlich im Osten des Mittelmeergebiets zu suchen, aber als

Symbol der Trauer, wozu die dunkle Färbung ihres Grün sie zu bestimmen scheint, überall auf den Friedhöfen angepflanzt und auch sonst als ein Lieblingsbaum durch die Kultur verbreitet, verknüpft sich seine Erscheinung mit jeder Erinnerung an die Pflanzenformen der südlichen Natur. Ist das Bild des Cypressenhains doch einer der ersten Eindrücke, den der Nordländer dort empfängt, sobald er den Gürtel des Kastanienwaldes durchschritten hat. Selbst noch ehe die Alpen vollends überstiegen sind, wird ihm der Anblick der Cypresse schon an den geschützten Ufern des Genfer Sees zu Theil, und dieser Baum begleitet ihn dann von Italien bis in den fernsten Orient. Den Wuchs desselben mit der Form einer Pyramide zu vergleichen, finde ich sehr ungeeignet. Die Cypresse entspricht vielmehr der Architektur des Obeliskens oder gleicht einem schlanken Kegel, und gerade diese eigene Gestalt, die vielleicht auf den Bau des orientalischen Minarets von Einfluss war, macht den Baum in der Fernsicht anziehend, wenn sein schwärzliches Grün sich so lebhaft von der dunklen Bläue des Himmels abhebt. Die unterdrückte Blattbildung ist mit ungemein langsamem Wachstume des Holzes verbunden, und wiewohl man zuweilen Bäume von bedeutender Stärke antrifft, so gehören diese doch zu den grössten Seltenheiten und zeigen ein ungemein hohes Alter an. Neben dem Kloster Lavra am Athos habe ich zwei Cypressenbäume gesehen ⁷⁶⁾, bei denen aus Inschriften nachzuweisen war, dass sie ein mehr als tausendjähriges Alter erreicht hatten, wobei ihr Stammdurchmesser durchschnittlich in einer Vegetationsperiode nur um den zwanzigsten Theil eines Zolls angewachsen war. Durch ein blänliches Grün von matter, glanzloser Färbung unterscheiden sich von der breitwüchsigen Cypresse die Tamariskenbäume (*Tamarix gallica* u. a.), die dem spanischen Wachholder noch ähnlicher sind, aber sich im Frühlinge mit unzähligen fleischrothen Blumenrispen beladen, und, wie die Stämme meist niedriger sind, auch leicht in strauchförmige Gebüschformen übergehen. Zwanzig Fuss hohe Stämme kommen nur vereinzelt am Meeresufer vor, aber da die Pflanzengruppe, der sie angehören, grösstentheils der Salzsteppe angehört, so wird diese Baumform auch an den orientalischen Küsten schon mannigfaltiger als im Westen. Man kann bei den Holzgewächsen mit verkürzten Blattnadeln die Unterscheidung von Bäumen und Sträuchern nicht füglich festhalten

und wird ihnen daher auch einige niedrige Wachholderarten anschliessen müssen, von denen die bekannteste (*Juniperus phoenicea*) in den Maquis des ganzen Mittelmeergebiets häufig vorkommt und zu der Reihe von Pflanzenformen, die hier vereinigt ist, noch ein neues Glied hinzufügt.

Von monokotyledonischen Bäumen ist allein die Dattelpalme (*Phoenix dactylifera*) zu erwähnen, die aber nur durch die Kultur an das Mittelmeer verpflanzt ward. Dass sie nicht einheimisch sei, geht schon daraus hervor, dass sie selbst an den warmen Küsten von Algerien und Sicilien ihre Früchte nicht zur völligen Reife entwickelt. Auch ist ihre Kultur nur auf den Westen und Süden beschränkt. Auf der spanischen Halbinsel gedeiht sie an allen Küsten, ausgenommen in Portugal nordwärts vom Tajo, sie erreicht ihre Polargrenze in Asturien, in der Provence und der Riviera von Genua. Uebrigens finden sich in Nord- und Mittel-Italien keine Palmen im Freien. Nur in Gärten sieht man sie zuweilen einmal, wie auf den borromäischen Inseln, oder als seltenes Erzeugniss sorgsamer Pflege in Florenz und Rom. Erst von Terracina aus (41°), wo die nach Neapel reisenden Fremden sie als eine neue Erscheinung zu begrüssen pflegen, wird die Dattelpalme häufiger, an der Ostseite des Apennin findet sie sich bis Foggia in der Capitanata und ist nun ein bedeutendes Element in dem Landschaftsbilde der immergrünen Region Unteritaliens und seiner Nachbarinseln. Am adriatischen Meere sah ich Palmen an der Küste von Ragusa, und sie sollen in Dalmatien noch in der Gegend von Spalatro (43 $\frac{1}{2}$ °) fortkommen, aber von dem Inneren der griechischen Halbinsel sind sie fast ganz ausgeschlossen und ertragen das kontinentalere Klima der macedonisch-thracischen Küsten nicht. Auch in Anatolien werden sie von Tchihatcheff nirgends erwähnt, und ihre Kulturgrenze im Orient scheint nur die südlichen Inseln des Archipels zu umfassen und von Nordafrika und Syrien aus die Südküste Kleinasiens noch eben zu erreichen⁷⁷).

Die Familie der Palmen ist der reinste Ausdruck tropischer Klimate, aber in den wärmsten Gegenden der beiden gemässigten Zonen verhält sich diese Organisation auf eine ähnliche Weise, wie jenseits der Baumgrenze die Wälder durch Gesträuche ersetzt zu werden pflegen. Dies ist die Bedeutung der Zwergpalme, die in Südeuropa der einzige einheimische Vertreter jener tropischen Fa-

milie ist. In dieser Pflanzenform geht zwar der Stamm der Palmen gewöhnlich ganz verloren und wird zu einem grösstentheils unterirdischen Holzgerüst, aber die Rosette langgestielter, immergrüner Blätter, die dasselbe zu stützen hat, ist ebenso wie bei jenen gebildet und gleicht ihnen in dem ausgespannten, tief getheilten Umriss. Zuweilen erzeugt die südeuropäische Zwergpalme (*Chamaerops humilis*) wohl einmal ausnahmsweise einen niedrigen Holzstamm (*var. arborescens*), aber wo diese Pflanzenform mit Ausschluss fast jeder anderen Vegetation gesellig verbunden ist und oft über weite Strecken sich ausdehnt, beruht die Physiognomie der Landschaft darauf, dass die gedrängten, einige Fuss hohen Rosetten von schirmförmig getheilten Blättern fast unmittelbar dem Boden entsprossen scheinen. Am häufigsten ist die Zwergpalme, die man in Spanien Palmito nennt, in Andalusien und Nordafrika. Man sollte denken, dass sie, schon als einheimisches Gewächs und weil ihre Organisation manche Vortheile vor den hochstämmigen Palmen voraus hat, dem Mediterranklima besser entspräche und ein grösseres Gebiet umfasse, als die Kultur der Dattelpalme. Allein dies ist durchaus nicht der Fall, sie steigt nicht höher in das Gebirge und geht nicht einmal so weit nach Nordosten. Beide Palmen sind auf die immergrüne Region eingeschränkt und der Palmito soll am Aethna sogar in einem tieferen Niveau aufhören, als der Dattelbaum⁷⁸⁾. An einigen Küsten, wo die Zwergpalme von älteren Schriftstellern erwähnt ward, scheint sie verschwunden zu sein, und ihre Polargrenze ist so unregelmässig, dass man annehmen möchte, sie sei von örtlichen Einflüssen noch abhängiger als vom Klima oder reiche nicht so weit nach Norden, als dieses gestatten würde. Dies ist besonders auffallend am tyrrenischen Meere, wo sie auf der kleinen Insel Capraja besonders üppig gedeihen soll und auch am Argentário⁷⁹⁾ in den Maremmen von Toskana, sowie an einzelnen Punkten der Riviera vorkommt, dagegen weder in Südfrankreich, noch auf Korsika, das doch so viel südlicher liegt. Von Algarvien verläuft die Polargrenze des Palmito längs der Sierra Morena nach Valencia und umfasst, abgesehen von einzelnen, jenseits gelegenen, sporadischen Standorten, nur die Balearen, den südlichen Theil Sardiniens und die neapolitanische Küste nebst Sicilien; am adriatischen Meere reicht sie in Italien bis Brindisi. An der albanischen Küste wird sie noch einmal, zwischen Durazzo und

Valona erwähnt, die wenigen, weiter ostwärts gelegenen Standorte sind zweifelhaft.

Von succulenten Gewächsen ist die Cactusform, bei welcher die Blätter durch saftreiche Stämme ersetzt werden, in den südwestlichen, der Sahara benachbarten Gegenden ursprünglich eine äusserst seltene Erscheinung gewesen. Denn sie wird nur durch zwei blattlose Salsoleensträucher in der spanischen Salzsteppe, sowie durch eine den Stapelien des Kap verwandte Aselepiadee (*Apteranthes*) vertreten, von deren vereinzeltm Vorkommen bei den Vegetationscentren die Rede sein wird. Gegenwärtig aber ist die Cactusform ein wichtiges Glied der Mediterranflora geworden. Die Dürre sonigen Felsbodens ist es, wo in Amerika, der Heimath der Cacteen, diese Familie zur grössten Mannigfaltigkeit des Baus sich entwickelt, und unter diesen Bedingungen haben die indischen Feigen, nachdem sie schon zur Zeit der Eroberung Mexikos nach Spanien verpflanzt waren, eine grosse Bedeutung für die Physiognomie der südwestlichen Landschaften gewonnen und in geselligem Wachsthum sich auch weiterhin an den Küsten des Mittelmeers freiwillig angesiedelt, so dass sie gegenwärtig den einheimischen Gewächsen gleichstehen und namentlich in Andalusien, Nordafrika und Sicilien weite Landstrecken bekleiden. Der Zweifel, ob eine Pflanzenform, deren heutiges Wohngebiet im Westen bis zu den warmen Thälern der südlichen Alpen, im Osten bis Palästina und Arabien sich erstreckt, nicht schon vor der Entdeckung Amerikas in der alten Welt bekannt gewesen sei, ward von Schouw durch die Untersuchung der pompejanischen Wandgemälde beseitigt⁵⁰⁾, aus denen sich der Charakter der italienischen Vegetation zur Zeit des römischen Alterthums erkennen lässt. Aber es fehlt auch nicht an historischen Zeugnissen über die Einführung der indischen Feigen nach Europa, die wegen ihrer essbaren Früchte und da sie durch ihr Wachsthum und ihre Dornen sich eignen, ein sicheres Gehäge herzustellen, häufig angepflanzt wurden, und in der Folge anfangen, auf günstigem Boden die einheimische Vegetation zu verdrängen. Unter den verschiedenen Stammformen, die den amerikanischen Cacteen eigen sind, ist in der Mediterranflora nur die der Opuntien heimisch geworden, die sich vom Boden aus verzweigt, und deren flache, blattähnliche Stengelglieder wie die Abschnitte einer Kette an einander gereiht sind. Man unterscheidet

mehrere Arten, die sämmtlich indische Feigen (*Fici indica*), in Spanien auch Tuna genannt werden. Die grössere, nur in den wärmsten Gegenden gedeihende Opuntie (*O. ficus indica*) hat einen aufrechten Stamm, der 8—12 Fuss hoch wird, und dessen fast dornenlose, ovale Gliederungen über einen Fuss lang und etwa einen Zoll dick sind; eine ähnliche Art (*O. amyclaea*) trägt lange Dornen. Die gewöhnlichste und am weitesten nach Norden gehende Opuntie (*O. vulgaris*) ist ebenfalls dornig; ihr Stamm bedarf einer Stütze und schmiegt sich den Felsen an, seine Glieder werden nur wenige Zoll lang. Ebenso wie die Familie der Cacteen hat auch die Agavenform sich erst aus fernen Ländern in der Mediterranflora angesiedelt. Diese Succulenten unterscheiden sich dadurch von der Cactusform, dass es hier die zu einer Rosette vereinigten Blätter sind, die sich fleischig, das heisst zu einem saftreichen Gewebe verdicken. Die Agavenform ist durch die Agave selbst (*Agave americana*) und durch eine Aloe (*Aloe vulgaris*) vertreten, welche man beide irrig unter der letzteren Bezeichnung zusammenzufassen pflegt. Sie finden sich, wie die indischen Feigen, vorzugsweise an warmen Felsküsten. Die Agave ist das bekannte Gewächs, dessen schmale, zugespitzte, dornig gezähnte Fleischblätter sich bogenförmig wohl 6 Fuss weit ausbreiten können und eine Rosette bilden, aus welcher zuweilen die nackten Blüthenschäfte 10 bis 20 Fuss hoch rasch emporwachsen und in eine überhängende Rispe von gedrängten, gelblichen Blumen ausgehen. Die Agaven stammen aus dem tropischen Amerika, die Gattung Aloe hingegen aus Afrika. Die am Mittelmeer angesiedelte Aloe ist gleichsam eine Agave in verjüngtem Massstabe, deren Blüthenschaft nur 1—2 Fuss hoch aus der Blattrosette sich erhebt. Ihr Heimathland ist wahrscheinlich der kanarische Archipel, von dem sie über das Meer sowohl nach Westindien, als nach Europa gelangt ist. Die Chenopodeenform, welche die halb-succulenten Gewächse begreift, bei welchen nur die Blätter fleischig, die Stengel- und Stammorgane aber an dieser Bildungsweise meist unbetheiligt sind, ist als ein Erzeugniss salzhaltigen Bodens theils am Seestrande, theils in denjenigen Gegenden Spaniens entwickelt, die nach ihrem Klima, wie nach der Beschaffenheit der Erdkrume den russischen Steppen zu vergleichen waren. Die Salsoleensträucher hatten am mittelländischen Meere früherhin eine gewisse Bedeutung, indem sie zur Fabri-

kation der Soda benutzt wurden, aber mannigfaltiger als dort sind sie in der spanischen Halophytenvegetation. Unter diesen letzteren sind einige Arten endemisch, andere auch in Nordafrika und in der Sahara einheimisch, sowie auch durch eine andere Gattung (*Mesembryanthemum*), deren Centrum am Kap liegt, und von welcher zwei Litoralpflanzen am Mittelmeer vorkommen, eine gewisse Verwandtschaft mit dem afrikanischen Kontinent angedeutet ist.

Eine anderweitige Verknüpfung mit tropischen Pflanzenformen zeigt sich darin, dass in den Wäldern und Gebüschern die Vegetation der Schlinggewächse eine einigermaßen erhöhte Bedeutung erhält. Oft überranken sie das lichte Unterholz, welches den Raum zwischen zerstreut wachsenden Bäumen ausfüllt, im tiefen Schatten des Hochwalds winden sie sich zu den Kronen, um das Licht zu suchen. Bei einigen ist das Laub derb und glänzend, wie an immergrünen Gewächsen (*Smilax*), bei andern, wo es zart und zuweilen fast durchsichtig ist (*Tamus*), entzieht es sich gern der helleren Beleuchtung. Beide Hauptformen, sowohl der holzige Stamm der Lianen, als der schwache, kletternde Stengel des *Convolvulus* gehören zu den Bildungen der Mediterranflora. Einige Gegenden sind reicher an Schlinggewächsen, als andere, so besonders die dichten Waldungen am Pontus, wo, wie auch in Thracien, der Weinstock seine ursprüngliche, von hier bis zur Donau reichende Heimath hat und überall an den Baumstämmen emporrankt.

So erinnert auch das Rohrgras Südeuropas durch die Höhe seines Wuchses an die Bambusenform der tropischen Zone. Das spanische Rohr (*Arundo Donax*), welches schon in der Lombardei auftritt, wird 12 bis 15 Fuss hoch und hat einen holzigen Halm, wie diese, aber nicht ihre büschelförmige Seitenverzweigung. Dieselbe Grösse von 15 Fuss erreicht auch eine Hirse (*Sorghum saccharatum*), die, in der Po-Ebene als Futtergewächs in neuerer Zeit häufig angebaut, in diesen ergiebigen Fluren mehr als irgend eine andere Kulturpflanze den Eindruck höchster Fruchtbarkeit des Bodens hervorruft. Diesem entgegengesetzt und dem trockenen Klima dürerer Hochflächen entsprechend erscheint das Bild des spanischen Esparto-Grases (*Macrochloa*), einer in grossen, steifen Rasen die weiten Flächen des Tafellandes gesellig bekleidenden Stipaceengattung, die hier die verwandten Formen der russischen Steppengräser ersetzt.

Vergleicht man die Gramineen der Mediterranflora mit denen des nördlichen Europas, so sind zwar die Arten zahlreicher, aber die Rasen bildenden Wiesengräser treten zurück, weil sie nur auf wohlbewässertem Boden gedeihen können. Statt dessen finden wir eine grosse Reihe von einjährigen Gramineen, die namentlich auf sandigem Kiesboden wie die Halme eines Getraideackers vereinigt wachsen, aber, wie sie rasch wieder verdorren, auch wegen der geringen Höhe ihres Wuchses den weidenden Thieren nur wenig Nahrung bieten können.

Noch viel werthloser wird der Boden in gewissen Bergregionen, wo nach Verwüstung des Waldes sich hohes Farnkraut (*Pteris aquilina*) mit Ausschluss jeder anderen Vegetation des Erdreichs bemächtigt hat. Dies ist nicht selten sowohl in Spanien und Sicilien, wie auf den östlichen Halbinseln und am südwestlichen Abhange des Kaukasus der Fall, und da die Wurzeln dieses Farnkrauts, welches vom Vieh nicht berührt wird, auch sehr tief liegen, so kann selbst durch Abbrennen der grünen Organe der Nachtheil solchen Pflanzenwuchses nicht beseitigt werden. Die Farne sind in dem Seeklima des Westens zwar mannigfaltiger, als in Osten, aber nur der Adlerfarn gewinnt durch sein geselliges Wachsthum die Bedeutung einer selbständigen Formation.

An guten Weidegründen ist der Süden Europas überhaupt ärmer, als der Norden, obgleich die offenen Landschaften häufig genug sind, wo die Holzgewächse fehlen und auch der Ackerbau entweder vernachlässigt ist oder überhaupt wegen der geneigten, felsigen Beschaffenheit des Bodens nicht betrieben werden kann. Die Wiesen des Nordens können durch die Matten der Mediterranflora nicht ersetzt werden, auf denen statt der Rasen bildenden Gräser die Staudenformen vorherrschen. Diese Matten umfassen die grösste Mannigfaltigkeit der verschiedensten Kräuter, dazu noch die Halbsträucher und den Schmuck der Zwiebelgewächse. Hier ist die Ausbeute des sammelnden Beobachters am reichsten, hier sind die Standorte der meisten endemischen Pflanzen. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Abschnitten des Gebiets werden um so bemerklicher, je grösser die Anzahl der auf demselben Boden vereinigten Gewächse ist. Der Blüthenschmuck dieser Matten wechselt von Woche zu Woche, aber ist während des Frühlings immer reich zu nennen,

reicher als in irgend einer Formation höherer Breiten. Aber auch an Schönheit und Bedeutung einzelner Stauden- und Liliaceen-Formen übertrifft die Mediterranflora das nördliche Europa bei Weitem. Wer verweilt nicht gern bei den Worten dichterischer Auffassung, wenn der Asphodelos-Matten Attikas oder des edelgeformten Acanthus-Laubes gedacht wird. Es ist gewiss unter den vielfachen Vorzügen, welche dem Alterthum zu Theil wurden, nicht gering anzuschlagen, dass der Natursinn der Griechen nicht bloss durch die glänzendere und reichere Färbung der Landschaft belebt wurde, sondern auch durch schönere Gestaltungen des organischen Lebens, aus denen er die Studien zu seinen Kunstwerken schöpfen konnte. Wo gibt es im Norden eine Pflanze, die in gleichem Grade, wie das Acanthus-Blatt, sich zum Zierrath von Arabesken eignet und zugleich durch die gedrängte Aehre von prunkenden, weissen Blüten zur Betrachtung des in sich Vollendeten einladet? Aber mit feinem Geschmack wusste die griechische Kunst das Geeignete auszuwählen. Die Aufgabe, die Gebilde der Natur in plastischen Ornamenten nachzualmeu, löst sie, indem sie das Blatt des Acanthus zum Schmuck der korinthischen Säule verwendet und, die Ueberladung mit gedrängten Blumen verschmähend, dem einfacheren Bau der Lilie den Vorzug giebt. So sind zwar der Oelbaum und Poseidon's Fichte in ihre Götterwelt verflochten, aber nur der ebenmässig gerundete Zapfen der Pinie dient, den Thyrsusstab zu krönen, und das ewig grünende Laub des Lorbeers, die Stirn für hervorragende Leistungen zu bekränzen. Es ist eben der Vortheil des grösseren Reichthums organischer Bildungen, den Regungen der Phantasie einen weiteren Spielraum zu bieten. Kaum ist der kurze Winter vorüber, so bedeckt sich die Flur mit den Blüten unzähliger Zwiebelgewächse. Es ist die Zeit der Narcissen, der Tulpen und Hyacinthen, des Crocus und der Orchideen, deren Ernährung viele Monate in den unterirdischen Organen vorbereitet ward und deren Blütenpracht nun in wenig Tagen vorüber-eilt. Dann folgen die verschiedensten Kräuter und Stauden, die einjährigen Leguminosen, die im Frühlingsregen keimen und oft schon, ehe die Keimblätter verdorrt sind, ihre Blüten und Früchte entwickeln, aber schon zu dieser Zeit ist das Wachstum so mächtig, dass aus dem Teppich der kleineren Gewächse üppig wuchernde Synanthereen und Umbelliferen sich hoch erheben. In der Provence

beginnt die Blüthe des *Acanthus* schon im April, zugleich mit der des weissen *Asphodelus* und einer gelben Doldenpflanze (*Ferula*), deren kräftiger Stengel zuvor zu Mannshöhe aufgeschossen ist. Je näher die trockene Jahreszeit heranrückt, desto mannigfaltiger wird der Blumenflor von Synanthereen und von aromatischen Labiaten, und, je später sie blühen, desto mehr neigen die unteren Stengeltheile zur Holzbildung, so dass solche Gewächse, die man Halbsträucher zu nennen pflegt, sich leichter im Sommer zu erhalten vermögen. Auch diese Art des Wachsthum's gehört zu denen, die in den Savanen der tropischen Zone noch viel allgemeiner werden und die Matten der Mediterranflora mit ihnen verknüpfen. So tüppig aber auch und so mannigfaltig die Vegetation dieser Matten unter dem Einfluss der Feuchtigkeit werden kann, so ist doch ihr Werth für die grössere Thierwelt nur gering. Sie scheinen von der Natur viel mehr für die Insekten, als für die Säugethiere bestimmt zu sein. Nicht die Hirsche der nordischen Wälder, nicht die Antilopenheerden der afrikanischen Savanen, sondern Ziegen und Schafe nähren sich auf den steinigten Weidegründen Südeuropas.

Fassen wir nun zum Schluss die Pflanzenformen der immergrünen Region in einem Rückblicke zusammen, so tritt uns aus ihrer Gesamtreihe überall das Ergebniss entgegen, wie die Natur bestrebt ist, in dieser Zone des Winterregens durch allmälige Uebergänge den Norden mit den tropischen Bildungen zu vermitteln. Allein dies geschieht in den einzelnen Kontinenten nicht auf dieselbe Weise und wir werden daher sowohl in Asien, wie in Nordamerika eigenthümliche Vergleichungspunkte und Unterschiede aufzusuchen und zu erklären finden. Am Mittelmeer ist die Anzahl der Holzgewächse, die in den feuchteren Tropenlandschaften den überwiegenden Theil der ganzen Flora bilden, gegen Mitteleuropa schon bedeutend vermehrt, und andere Pflanzenformen, wie die Rohrgräser, zeigen, der verlängerten Entwicklungsperiode entsprechend, eine höhere Kraft, zu gesteigerter Grösse emporzuwachsen. Auf der anderen Seite sind aber auch die einjährigen Gewächse in der Mediterranflora an gewissen Orten überwiegend zahlreich⁸¹⁾. Zu der gewohnten Vegetation der gemässigten Zone treten von tropischen Formen die immergrünen Laubhölzer und Palmen, von den letzteren jedoch, sofern man das ursprünglich Gegebene in's Auge fasst, nur der schwache

Abglanz der Zwergpalme. Aber noch viel unbedeutender erscheint der Antheil tropischer Familien an der Zusammensetzung der Mediterranflora, wenn man die Vegetation des östlichen Asiens und der wärmeren Gegenden Nordamerikas gegenüberstellt. Am Mittelmeer giebt es nur einzelne Arten von Myrtaceen, Laurineen, Terebinthaceen, Palmen und Acanthaceen, während in den beiden anderen Kontinenten solche Uebergänge zu den tropischen Organisationen viel zahlreicher in die gemässigte Zone eindringen. Es scheint, dass der breite, afrikanische Wüstengürtel der Vermischung mit den Erzeugnissen tropischer Klimate entgegenstand, indem die einzige Verbindungsstrasse mit dem Sudan, die des Nilthals, die Mediterranflora unmittelbar kaum berührt.

Vegetationsformationen. Die Physiognomie der Natur ist durch den Einfluss des Menschen im südlichen ebenso sehr, wie im mittleren Europa, aber in anderer Weise geändert worden. Die ursprünglichen Wälder haben sich in noch weiterem Umfange vermindert, aber ausgedehnte Baumkulturen, die Pflanzungen von Oel- und Maulbeerbäumen bieten einigen, gewiss auch klimatischen Ersatz. In vielen Gegenden hat nicht so sehr der Anbau des Bodens die Wälder verdrängt, als dessen Vernachlässigung und der Holzbedarf so vieler Jahrhunderte. Oder wo einst, wie in Sicilien, der Ackerbau blühte, der immer am vortheilhaftesten auf Kosten des Waldbodens sich entwickelt, haben mit den Rückschritten der Kultur nicht wieder Bäume, sondern andere Gewächse die unbebauten Fluren eingenommen. Lange Zeiträume hindurch schützen die Wälder sich selbst, aber, ist einmal dieser Schutz hinweggefallen, so bedarf es noch viel längerer Perioden, bis die stetige, aber so langsam fortschreitende Erneuerung der unorganischen Nahrungsstoffe im erschöpften Erdreich so weit fortgeschritten ist, dass das Baumleben wieder auf's Neue erwachen und sich verjüngen kann. So ist es geschehen, dass weit grössere Räume im Süden, als im Norden von Europa brach liegen und im natürlichen, wie im industriellen Kreislauf der organischen Bildungen die Quellen des nationalen Reichthums seit dem Alterthum gesunken sind.

Doch tragen auch ursprünglich gegebene Verhältnisse dazu bei, ungeachtet des reicheren Klimas im Süden die Wagschale zu Gunsten des mittleren und westlichen Europas zu senken. Die geognostische

Grundlage ist in einem grossen Theile des Mittelmeergebiets einförmiger; harte Kalkgesteine, die häufig vorherrschen, sind weniger geeignet, zu fruchtbaren Erdkrumen zu verwittern, und die Bewegung der Nahrungsstoffe erleidet jedes Jahr in den dürren Monaten einen Stillstand, wenn das fliessende Wasser zu versiegen droht. Wie nachtheilig solche Einflüsse wirken, zeigt sich in den örtlich oft so nahe gerückten Gegensätzen höchster Ergiebigkeit des Bodens und öder Wüstenei, wovon Spanien zahlreiche Beispiele liefert. In den durch Natur oder Kunst reicher bewässerten, freilich nur sparsam über Südeuropa vertheilten Alluvialebenen sind die Felder noch ebenso fruchtbar, wie zu den Zeiten der Römer und Araber. In der Lombardei, deren Erdkrumen aus den Quellgebieten der Alpenflüsse unaufhörlich erneuert werden, ist, wie schon der ältere Saussure als denkwürdige Thatsache anführt, keine Abnahme der Fruchtbarkeit seit den ältesten Zeiten nachzuweisen⁵²⁾.

Die einheimischen Gewächse des Mittelmeergebiets ordnen sich nur zu drei Hauptformationen, die den grössten Theil des nicht beackerten Bodens einnehmen, zu Wäldern, Gestrüchen und offenen Matten. Im Spanischen werden sie am deutlichsten durch besondere Bezeichnungen unterschieden: hier bedeuten Monte die bewaldeten, Montebaxo die mit Gebüsch bekleideten, Tomillares die offenen, mit Kräutern und Halbsträuchern bewachsenen Abschnitte der Landschaft. Der spanische Montebaxo entspricht den Maquis Korsikas, den Garrigues Südfrankreichs, die man in Italien Macchie nennt. Auch im Griechischen hat man eine charakteristische Bezeichnung für die Tomillares: während man sie in Spanien nach den Labiaten benennt, die ihren Duft in die Luft ausströmen, heissen sie in Griechenland Xerovuni, weil die trockenen Hügel von solchen Matten bedeckt sind⁵³⁾. Diese Namen lassen sich sowohl auf die immergrüne Region aller Halbinseln, als auch auf die Berglandschaften übertragen, aber da die deutschen Ausdrücke in den beiden anderen Fällen genügen, habe ich nur des bekannteren der Maquis zur Bezeichnung der Gestrüchformationen mich bedient. In Spanien gewinnen ausserdem die Formationen der Steppe eine besondere Bedeutung, die denen des südlichen Russlands zu vergleichen sind. Die Wiesen des nördlichen Europas fehlen dem Süden fast ganz, indem sie nur hier und da als Seemarschen auftreten und selbst in den meisten Gebirgen selten sind.

Die Wälder sind wahrscheinlich doch auf allen vier Halbinseln noch nicht in dem Grade vermindert, wie in Frankreich. Indessen fehlt es bis jetzt an statistischen Vergleichen⁸⁴⁾, so dass nur einzelne Thatsachen anzuführen sind, auf die ich diese Meinung gründe. Die Gebirge scheinen im Westen noch ziemlich walddreich zu sein; die Reisenden würden sonst die Kahlheit der Sierra Nevada und des Atlas nicht als etwas Auffälliges hervorheben. Am Rande des spanischen Tafellandes fand Willkomm⁸⁵⁾ ausgedehnte Nadelholzbestände, namentlich auf den Idubeden, dem Grenzgebirge von Aragonien, Valencia und Kastilien; reich sind sodann an immergrünen Eichen die malerischen Thalebenen von Estremadura, z. B. zwischen Plasencia und dem Tajo, ferner die Granitformationen der Sierra Morena, und an der sandigen Südwestküste Andalusiens erstrecken sich von Gibraltar bis zur Mündung des Guadiana die schon erwähnten Hochwälder von Pinien und Korkeichen. Auch Portugal ist an Waldungen nicht arm zu nennen, wenigstens nicht in den Hügellandschaften, die dem Tajo nördlich liegen. In Nordafrika sind am Atlas diejenigen Abhänge nicht ohne Wald, welche gegen den trockenen, von Spanien kommenden Nordwestwind geschützt liegen und desshalb die Feuchtigkeit im Sommer länger bewahren. In Italien ist der südliche Apennin von den Abruzzen bis Kalabrien noch jetzt reichlich bewaldet, auf der griechischen Halbinsel das nördliche Albanien, Euboea und der Pindus. Endlich besitzt auch der Taurus im Süden von Kleinasien, sowie der Nordabhang des pontischen Gebirgs bis zum westlichen Kaukasus zusammenhängende Waldregionen.

Es geht aus dieser Uebersicht hervor, dass, wenn auch viele Gebirge, die ehemals bewaldet waren, gegenwärtig kahl sind, doch die höher gelegenen Landschaften in dieser Beziehung vor der immergrünen Region einen gewissen Vorzug bewahrt haben. Dieser Unterschied aber wird dadurch noch bemerklicher, dass grosse, geschlossene Hochwälder an den Küsten äusserst selten sind, da die immergrünen Bäume meistens lichte Bestände bilden und denen des Nordens an Höhe des Wuchses nachstehen. Aber auch in den Gebirgen ist zerstreutes und niedriges Wachstum der Stämme sehr gewöhnlich. Dadurch werden beispielsweise die dichten Laricio-Wälder von Cuença⁸⁴⁾ den mit Juniperus-Stämmen nur schwach

besetzten Höhen der Idubeden sehr ungleich, wo die weiten Zwischenräume zwischen den Bäumen von Strauchformen desselben Geschlechts bekleidet sind. Sieht man, wie die Maquis so allgemein in die lichten Wälder eindringen, und wie vollkommen dieses Unterholz der selbständigen Gestrüchformation gleicht, so kommt man zu der Vorstellung, dass die Zerstörung des Baumlebens in Südeuropa erst die Entstehung der Maquis zur Folge hatte. In vielen Gegenden ist dies auch ohne Zweifel der historische Vorgang gewesen, der die veränderte Physiognomie der Landschaft bedingte. Allein die Vegetation der Sträucher erscheint der von den atmosphärischen Bewegungen abhängigen Dürre des Sommers schon ursprünglich angemessener, als das Wachstum höherer Bäume, die zur Ausbildung ihrer Holzringe einer längeren, jährlichen Entwicklungsperiode bedürfen. Und gerade dies macht den Grössenunterschied der nord- und südeuropäischen Bäume und die Neigung der letzteren, in Strauchformen überzugehen, erklärlich. Es ist daher wohl anzunehmen, dass wenigstens die Küstenregion von Anfang an wenig bewaldet war, und so ist auch die Erfahrung zu beurtheilen, dass die Vertheilung der Wälder und der Maquis zunächst von der Beschaffenheit der Erdkrume, also von einer ursprünglich gegebenen Bedingung abhängt. Willkomm geht so weit zu behaupten, dass in Spanien die Wälder überhaupt nur auf sandigen Boden eingeschränkt seien. Wenn man indessen die immergrünen Eichen in der Provence auf dem nackten Felsgestein fortkommen sieht, in dessen Spalten die knorrigen Wurzeln sich eindringen, so erkennt man, dass auch hier die verschiedenen Baumarten in ihren Ansprüchen an den Boden ungleich sind. Richtig ist in jener Bemerkung aber dies, dass die dichteren Nadelholzwälder im tiefen Sandboden noch gedeihen, ohne dann in ihrem Schatten das Unterholz aufkommen zu lassen, und dass, je schwächer die abgelagerte Erdkrume wird, auch die Waldbestände sich lichten und die Maquis die Herrschaft zu behaupten pflegen.

Die Maquis sind unter allen Formationen des südlichen Europas die eigenthümlichsten und bestimmen in der Küstenregion die Physiognomie der Landschaft oft allein. Ueberall häufig, bedecken sie in gewissen Gegenden, wie in Korsika, auf den dalmatischen Inseln, am Nordgestade des ägäischen Meers, mit Ausschluss jeder anderen

Vegetation die weitesten Räume. Oft ist ihr Bereich eine unheimliche Einöde freiwillig wuchernder, unbenutzter Sträucher, durch welche nur enge Fusspfade hindurchführen, und in deren Dickicht im Orient der Schakal seine Wohnung hat, in Nordafrika andere Raubthiere sich verbergen. Je nachdem der Boden steiniger oder die humose Erdschicht stärker wird, ist das Wachsthum lichter oder gedrängter und die Höhe des Gesträuchs wechselnd. Die nackten, festen Kalkgesteine sind der Vegetation der Maquis günstig und bestimmen ihre Verbreitung in Kastilien, wo sie sowohl dem Gyps als dem granitischen und Sandstein-Boden fehlen und erst mit der Jura-Formation der Idubeden von Cuença verknüpft sind ⁸⁶⁾. An der Küste von Thracien und Macedonien finden sie sich hingegen gleichmässig auf Glimmerschiefer und Kalk ⁸⁷⁾ und bilden an der Landzunge des Athos gerade auf dem reichen Verwitterungsprodukt des Schiefers, welches sie mit Humus erfüllen, jenes üppige und hoch aufragende Dickicht, wo der schattige Reitpfad von den fest durchwachsenen, undurchdringlichen Wänden des Gesträuchs eingeschlossen wird. Auf dem dünnen Boden der spanischen Halbinsel bleiben die Sträucher niedrig und wachsen zerstreut: hier gleicht die Landschaft einer Steppe, weil die Belaubung unterdrückt ist, und auch die lichten Waldungen können ihr keinen Schmuck verleihen, wo die Bewässerung so spärlich zu Gebote steht. Mit der ungleichen Höhe und Dichtigkeit des Wuchses ist in den Maquis zugleich die mannigfaltige oder einförmige Mischung der Pflanzenformen verbunden, die sie zusammensetzen. In der immergrünen Region ist ihr Charakter gewöhnlich durch einige wenige Arten von Sträuchern bestimmt, die in ihnen vorherrschen, indem diese bald der Oleander- und Myrtenform, bald den Eriken und Genisteen oder den Cisten angehören. Je reicher der Boden ist, auf dem die Maquis sich entwickeln, desto mehr vermischen sich diese Formen zu einem durch die Mannigfaltigkeit des Einzelnen anziehenden Ganzen. Diese aber fehlt auch dem niedrigen Gestrüpp auf sonnigem Felsboden nicht, weil hier die Zwischenräume durch eine bunte Vegetation von Stauden und Zwiebelgewächsen im Frühlinge geschmückt sind, die den Uebergang zu den Tomillares vermittelt. Aber nicht bloss vom Boden ist der Charakter der Maquis abhängig, sondern auch von dem Verhältniss zu den Vegetationscentren und vom Klima. Auf dem Festlande, wo die

Vermischung der Formen erleichtert ist, sind sie an Bestandtheilen reicher ausgestattet, als auf den Inseln, sofern nach diesen gewisse Arten einwandern konnten, andere nicht. So sind die Maquis auf Cypern oft nur aus zwei Sträuchern zusammengesetzt⁸⁸), am Fuss des Athos herrschen acht verschiedene Gewächse vor, die, unter einander gemischt, die Oleander-, Cisten- und Erikenformen mit den Genisteen zu einem Gesamtbilde vereinigen. Die klimatischen Einflüsse zeigen sich theils in den schon früher erörterten Eigenthümlichkeiten Spaniens, theils bei der Vergleichung der Maquis in den Regionen verschiedenen Niveaus. Am grössten ist in dieser Beziehung die Ungleichheit der Vegetationsorgane, je nachdem das Laub der Sträucher immer grün bleibt oder periodisch abgeworfen wird und dessen Bildung beschränkt oder durch Dornen ersetzt ist. Viel eigenthümlicher sind die Maquis der immergrünen Region und des spanischen Tafellandes, als die Gestrüchformationen des Gebirgs. Nähert man sich dem Steppenklima, so werden die Dornsträucher häufiger und ersetzen die Laubsträucher zuweilen ganz. Das niedrige Dorngestrüpp, welches die wellenförmige, wüste Ebene Thraciens unmittelbar an den üppig bewachsenen Ufern des Bosphorus bekleidet⁸⁹), besteht nur aus einem einzigen Gewächs (*Poterium spinosum*), welches nach Art der *Calluna* gesellig wächst und in Cypern, wo es in gleicher Weise vorkommt, *Stoebe* genannt wird⁹⁰). Wie am Pontus in die immergrünen Maquis sich mitteleuropäische Holzgewächse häufiger einmischen, so sind es zu Gestrüch verkümmerte Eichen, die im Winter ihr Laub verlieren, wodurch die Maquis in den Berglandschaften oft allein ersetzt werden. Hier scheint die Formation aus vernachlässigten Wäldern um so deutlicher hervorgegangen zu sein, als die Bäume und Sträucher der Art nach übereinstimmen. Aber ist dies auf den östlichen Halbinseln der gewöhnliche Fall, so erkennt man die besondere, klimatische Stellung Spaniens auch daran, dass hier die Maquis auch im Gebirge ihren eigenthümlichen Charakter bewahren und dornige Genisteen nicht bloss das Tafelland am Fusse der Sierra Nevada bewohnen, sondern durch alle Regionen bis zur alpinen Grenze der strauchförmigen Holzgewächse vorherrschen.

Auf die Physiognomie der Matten und ihre Bedeutung als Weideland hat die geognostische Unterlage und die Beschaffenheit der Erd-

krume einen noch grösseren Einfluss als auf die Maquis. Es ist daher schwer, diese in der immergrünen Region so überaus mannigfaltigen Gruppierungen von Stauden und Halbsträuchern, von einjährigen Kräutern, Gräsern und Zwiebelgewächsen unter allgemeinere Gesichtspunkte zu stellen. Nur selten wird der Charakter der Formation durch eine einzelne, gesellig auftretende Pflanzenform bestimmt, wie dies bei den einjährigen Gramineen und bei den Halbsträuchern aus der Familie der Labiaten wohl der Fall ist. Gewöhnlich sind die Bestandtheile gemischt und das Détail beruht auf den geringfügigen und doch massgebenden Verschiedenheiten der steinigen, sandigen oder thonreichen Erdkrumen. Einige Beispiele zeichnen diese Verhältnisse deutlicher, als eine allgemeinere Uebersicht. An der thracischen Küste⁹¹⁾ habe ich auf einem beschränkten Raume neben der Maritza-Mündung den Einfluss des Bodens auf die Zusammensetzung der Matten nachgewiesen. Gewisse, einjährige Gräser charakterisirten den sandigen Kies, andere den humosen Thonboden; wo beide Erdkrumen sich zu einem kiesreichen Lehm gemengt hatten, herrschten aromatische Anthemideen, die einen besseren Weidegrund boten, und wo auch der Kies sich verlor, hatten gesellige Kleearten diese verdrängt und die Matte durch ihre Humusbildung bereichert. An den Glimmerschieferhügeln von Salonichi⁹²⁾, wo die Erdkrume viel geringer ist, waren die einjährigen Gewächse längst verschwunden, als ich im Juni daselbst die Vegetation aus einem Gemisch von Stauden und Halbsträuchern, aus Labiaten, Disteln, Caryophyllen und Doldenpflanzen gebildet sah. Aehnliche Vergleichenungen des Bodens mit der Zusammensetzung der Matten entwarf Reuter aus der Umgegend von Madrid⁸⁶⁾. Hier bezeichnen die Tomillares mit ihren verholzenden Labiaten den Thonboden, während auf den sandigen Erdkrumen im Frühling die einjährigen Kräuter vorherrschen, unter denen die Cruciferen aus der Reihe der Brassiceen die häufigsten sind, denen dann später Doldenpflanzen und andere Stauden nachfolgen. In Spanien kommen die Matten mit wechselnden Bestandtheilen in allen Regionen vor, weil von der Küste bis zu den höchsten Erhebungen der Sierra Nevada nirgends der dürre Boden fehlt, dem sie im Gegensatz zu den Wiesen des Nordens entspiessen, und der auf dieser Halbinsel in Folge ihres Plateauklimas so verbreitet ist. In Italien und im Orient zeigt die alpine Region ebenfalls blumen-

reiche Matten, weil dieselbe, selten so feucht, wie in den Alpen, den Graswuchs weniger begünstigt, und daher auch der Sennwirthschaft kein so ergiebiges Feld, wie dort, zu bieten pflegt.

In dem trockeneren Klima der Osthälfte Spaniens gehen die Matten in die Formationen der Steppe über. Aber hier sind es nicht, wie in Russland und Vorderasien, die klimatischen Verhältnisse allein, die diesen Wechsel hervorrufen, sondern die Steppe ist nur da vollkommen charakteristisch ausgebildet, wo die Salz führende Gypsformation das geognostische Substrat bildet. Von den Matten unterscheidet sich die Steppe dadurch zunächst, dass der Boden unvollständiger bewachsen ist und das nackte Erdreich zwischen den Gewächsen überall hervorschimmert. Mit der russischen Grassteppe kann man zwar die Esparto-Formation Spaniens (*Macrochloa*) in sofern vergleichen, als hier der Grasrasen ebenso wie dort aus einer Stipacee gebildet wird, aber da der Boden vollständiger bekleidet ist, so erscheint es naturgemäss, den Esparto von der Steppenvegetation auszuschneiden und als eine der zahlreichen Gliederungen der Mattenformationen zu betrachten. Mit Recht hat daher Willkomm⁹³⁾ den Esparto unter den spanischen Steppenpflanzen gar nicht aufgeführt und die Steppe auf den Gyps- und Salzboden eingeschränkt. In diesem Sinne aufgefasst, verhalten sich die spanischen Steppenformationen so zu den russisch-asiatischen, dass die Vegetation der Halophyten physiognomisch übereinstimmt, die Erzeugnisse der Grassteppe dagegen durch eine Reihe von geselligen Stauden und niedrigen Halbsträuchern ersetzt werden, unter denen nur die Artemisien den gleichen Bildungstypus wiederholen und die Gräser zurücktreten. Wie daher Spanien sich durch besondere Pflanzenformen auszeichnet, so ist auch der Charakter der Steppe ein eigenthümlicher, und mehr als ein Drittheil der Halophyten besteht nach Willkomm's Aufzählung aus endemischen Arten. Er führt acht Stauden oder Halbsträucher und eine perennirende Graminee (*Lygeum*) an, die durch ihr geselliges Wachsthum auf dem anstehenden Gyps für sich grosse Räume ausfüllen. Unter diesen sind zwei Artemisien, sodann einzelne Arten von Cistineen (*Helianthemum squamatum*), Caryophyllen (*Gypsophila*), Leguminosen (*Ononis crassifolia*), Synanthereen (*Zollikoferia*), Labiaten (*Sideritis*) und Chenopodeen (*Salsola*). Sie wachsen in polsterförmigen Büscheln, und zwischen ihnen schimmert

der weisse Boden hervor, über den sie, wie schwärzliche Flecken, ausgestreut sind. Noch öder wird die Steppe, wo die Erdkrume lehmig oder sandig ist und statt dieser geselligen Pflanzen die Vegetation sich so vereinzelt und so verkümmert ist, dass sie »schon in geringer Entfernung dem Auge sich gänzlich entzieht« und man auf weiten Räumen nichts gewahrt, als die Farbe des Erdreichs. Zwischen den nackten Gypshügeln vegetiren endlich in den sumpfigen Thalgründen, wo das Natriumsalz sich sammelt, die geselligen Halophyten, mannigfaltige Chenopodeen und Staticen, die ersteren zum Theil strauchartig, gerade wie am Seestrande, unter ihnen auch die beiden blattlosen Succulenten (*Salsola*) und ein sonderbares, niederliegendes Holzgewächs, dessen gegliederte Aeste sich kaum einen Zoll hoch über den Boden erheben (*Herniaria fruticosa*). Von etwa 160 Halophyten, welche die spanische Salzsteppe bewohnen, hat die Mehrzahl ein fahles, bleiches Grün oder ähnliche unbestimmte Farbentöne, die durch verschiedenartige Bekleidungen der Epidermis bedingt sind, durch kleine Schuppen oder einen mehligten Anflug auf den Blättern, oder auch eine wachsartige Sekretion. Es leuchtet ein, dass dies Schutzmittel gegen die Verdunstung sind, es ist derselbe Zweck, der bei der Chenopodenform durch die succulenten Blätter angedeutet ist und hier, wie anderswo nachzuweisen, durch den Salzgehalt des Safts erreicht wird. Die fünf grösseren Steppen, welche Willkomm in Spanien unterscheidet, vertheilen sich, indem sie von dem Auftreten der Gypsformation abhängen, ziemlich unregelmässig über die östliche Hälfte der Halbinsel. Nur zwei, die von Kastilien und Granada, gehören dem Hochlande an, die drei andern liegen in den Tiefebene von Aragonien, Murcia und Nieder-Andalusien. Die ersteren haben daher den strengeren Plateauwinter, die letzteren nicht, und doch ist in beiden Fällen der Vegetationscharakter der nämliche: nur von der andalusischen Steppe im Osten von Sevilla ist dieses noch ungewiss. Von den klimatischen Momenten ist daher nur die Trockenheit der Luft ein diesen Gegenden gemeinsames Verhältniss, von der ungleichen Wintertemperatur des Hoch- und Tieflands sind die spanischen Halophyten unabhängig und erscheinen nur durch den Natriumgehalt der Erdkrume an ihre Oertlichkeit gebunden. Aber auch so trockene Landschaften kehren bis Anatolien und Russland nicht wieder, ja die Gypsformation selbst, die in so vielen

Gegenden der Erde, wo die Verdunstung gross und der Abfluss des Wassers zum Meere gehemmt ist, die Natriumsalze begleitet, kann als eine geologische Nachwirkung des trockenen Klimas aufgefasst werden. Die Steppenformationen sind daher in Südeuropa eine Eigenthümlichkeit Spaniens und nur den ähnlichen Vegetationsbedingungen an den Grenzen der algerischen Sahara geographisch näher gerückt.

Von den übrigen Formationen, von denen einige, wie die der Zwergpalme, schon früher erörtert, andere auf zu beschränkte Räumlichkeiten angewiesen sind, um in der Physiognomie der Landschaften bedeutend wirken zu können, verdienen nur noch diejenigen einen umfassenden Ueberblick, die unter dem Einflusse des Menschen erst entstanden sind. Bei dem Anbau der im Grossen kultivirten Gewächse fallen zunächst die Vortheile der längeren Vegetationsperiode in's Gewicht. Hierauf beruht das Ueberwiegen der Baumkultur, welche die bebauten Fluren aus der Ferne bewaldet erscheinen lässt, hierauf bei den Cerealien die Möglichkeit nicht bloss, in demselben Jahre wiederholte Ernten zu erzielen, sondern auch die Einführung von Gewächsen, die diesseits der Alpen nicht mehr zur Reife gelangen. Die Hauptgetraide-Arten sind in Südeuropa der Weizen und der Mais. Während die Weizenäcker bald wieder brach liegen und in vielen Gegenden eine Nachfrucht zulassen, erheischt der Mais eine längere Entwicklungszeit. Denn wiewohl diese Pflanze in ihrer amerikanischen Heimath durch leichte Akklimatisationsfähigkeit vor allen übrigen Cerealien hervorragt und Spielarten erzeugt, welche die kurze Vegetationsperiode Kanadas ertragen, gedeiht sie in Europa nur innerhalb des Weinklimas. Aehnlich scheint es sich mit dem Reis zu verhalten, von dem in China eine Spielart, der Bergreis, in drei Monaten reif wird, dessen Anbau in Europa nicht gelungen ist. In Italien fordert die Reiskultur eine Entwicklungszeit von sieben Monaten und ist, da die Felder im Frühlinge überstaut werden müssen, nur in solchen Ebenen möglich, wo die erforderlichen Bewässerungsanstalten bestehen, wie in der Lombardei und in Andalusien. Wenn wir den Bedingungen nachforschen, von denen der Anbau gerade der wichtigsten Kulturgewächse oder die Erzeugung ihrer Variationen abhängt, treffen wir nicht selten auf Erscheinungen, und gehörten sie auch zu den bekanntesten, deren

klimatischer Zusammenhang doch schwierig oder auch gar nicht zu erklären ist. So verhält es sich mit dem Mais- und Reisbau in Europa und anderen Erdtheilen. Auch der Weinbau des Mittelmeergebiets bietet ein ähnliches Problem. Wer wüsste nicht, dass der Gehalt der Trauben an Zucker in demselben Masse wächst, als wir uns von der Polargrenze der Weinkultur entfernen, und dass das stärkere Feuer der südlichen Weine hievon abhängt? Es ist nun zwar leicht zu erkennen, dass der Weinstock durch den trockenen Sommer in seiner Entwicklung nicht beschränkt wird, dass die höhere Wärme zur Zeit der Traubenreife die Erzeugung des Zuckers steigert, und dass die organischen Säuren im Geschmack gegen die vermehrte Süsse zurücktreten, aber nirgends finden wir in der völlig gereiften Frucht noch Ueberreste des Stärkemehls, aus welchem der Traubenzucker sich erst bilden muss, und warum ist also in südlicheren Klimaten der Gehalt an Stärkemehl in den unreifen Beeren grösser? Dürfte man nicht annehmen, dass in der höheren Sommerwärme die Vegetation des Weinstocks intensiver wird und die Blätter, die auch in der grössten Dürre frisch bleiben, eine längere Zeit hindurch fortfahren, Stärkemehl in den Trauben abzulagern? So wäre der Einfluss, den die Weinkultur am Mittelmeer auf die Physiognomie der verdorrten Sommerlandschaft durch ihr grünendes Laub gewinnt, wie früher bemerkt, in den tief in den Boden dringenden Wurzeln begründet, aber gerade hiedurch zugleich die Bedingung erfüllt, welche eine reichere Ausbildung der Frucht voraussehen lässt. Die Bedeutung dieser Beziehungen zwischen dem Sommerklima und einem seiner wichtigsten Erzeugnisse wird noch dadurch eine allgemeinere, dass die Weinkultur nicht, wie am Rhein, auf den geeigneten und den Sonnenstrahlen ausgesetzten Boden beschränkt, sondern jeder Lage gemäss ist und sich sogar den Baumpflanzungen einfügt. Schon im Rhonethal, wo die Rebe, als wäre sie kein Schlinggewächs, am Boden hinkriecht, wird die Kultur des Weinstocks gleich dem Feldbau betrieben und erzeugt doch ungeachtet dieser scheinbaren Vernachlässigung die edelsten Weine. Wo sie dagegen, wie in der Provence der Olive, in der Lombardei dem Seidenbau sich unterordnet und der Weinstock, um die Stämme geschlungen, von Baum zu Baum sich in malerischen Laubgürlanden begegnet, ist dem Triebe, zum Lichte emporzuwachsen, nicht genügt und der Werth der Trauben

gemindert. In der Benutzung desselben Bodens zu verschiedenen Kulturzwecken steht die Po-Ebene allen übrigen Landschaften Süd-europas voran. Vom Walde der Maulbeerbäume, die in regelmässig geordneten Zeilen gepflanzt sind, ist die Fläche auf unermesslich erscheinende Fernen hin erfüllt, in der Nähe sodann erfreut sich das Auge nicht bloss am Laub der Rebe, sondern auch die Cerealien, der Mais, die Hirse, das zu den Baumkronen ragende Rohrgras, die verschiedenen Futtergewächse und Nutzpflanzen wachsen hier auf demselben Grundstück. Nur die Reisfelder sind von dieser Vermischung verschiedener Kulturgewächse ausgeschlossen. Auch zeigen die Baumpflanzungen anderer Gegenden wenig Aehnliches, die der Südfrüchte, der Oelbäume gleichen vielmehr meistens dem immergrünen Laubwalde, die letzteren wachsen dürrtig und zerstreut auf dem steinigem Boden der Provence, gerade wie die Korkeichen. Die lange Entwicklungsperiode ist ein klimatisches Moment, welches die Baumkulturen im Gegensatz zu dem Anbau der Cerealien fördert, aber nicht für alle Kulturbäume des Südens in gleichem Grade nothwendig war. Wir haben gesehen, wie verschieden sich in dieser Beziehung die Orangen und Feigen und ebenso die Oel- und Maulbeerbäume verhalten. Allein da die Empfindlichkeit gegen die Winterkälte ein zweites Moment ist, welches den Anbau der Südfrüchte diesseits der Alpen verhindert, so sind die Baumkulturen auch aus diesem Grunde im Norden auf den Obstbau fast allein beschränkt, während sie im Süden so oft den ganzen Charakter der Landschaft beherrschen. Beide Verhältnisse sind auch für andere Kulturgewächse massgebend, die aus wärmeren Gegenden abstammen, und es wächst daher ihre Mannigfaltigkeit in südwestlicher Richtung. Auch darin ist eine Annäherung an die Ergiebigkeit der Tropen ausgedrückt, dass der Unterhalt und Erwerb der Bewohner auf vielfacheren natürlichen Hilfsquellen beruht, als im nördlichen Europa. Schon die Nahrungspflanzen sind zahlreicher, die Produktion der Wassermelonen (*Citrullus vulgaris*), der indischen Feigen und anderer Früchte, die den Markt füllen, ist so massenhaft, dass das Leben zu leicht wird, um zu energischer Thätigkeit anzuspornen. Das Klima lässt es zu, dass nicht bloss die Agrumen, sondern auch noch andere Kulturgewächse aus der heissen Zone am Mittelmeer gebaut werden. Die Baumwollenpflanze (*Gossypium*) gedeiht in Unteritalien nicht bloss in ein-

jährigen, sondern auch in Strauchformen. Aber erst in Andalusien gelingt der Anbau des Zuckerrohrs, des Pisangs, der Batate; dieses wärmste Tiefland nähert sich am meisten den Kulturbedingungen der tropischen Zone. Auch in Sicilien reift der Pisang seine Früchte, in den Gärten am Fusse des Aetna erhöht diese monokotyledonische Baumform zuweilen den Eindruck eines schon den Tropen verwandten Landschaftsbildes.

Regionen. Die Vertheilung der Pflanzen nach Höhengrenzen bietet im Mittelmeergebiet einige allgemeinere Erscheinungen dar, die zuerst zu erläutern sind, ehe wir die Regionen in den einzelnen Gebirgszügen vergleichen. Von den Alpen bis zum Atlas, ja über die Grenzen des Gebiets hinaus bis zum Pik von Teneriffa reichen die Wälder selten über das Niveau von 6000 Fuss hinaus, ohne dass, wie es von Lappland bis zu den Alpen der Fall war, die nach Süden zunehmende Wärme auf die Baumgrenze einen Einfluss ausübt. Sodann sind diese Höhengrenzen, die also von Norden nach Süden sich nicht wesentlich ändern oder, wo dies der Fall ist, durch örtliche Ursachen herabgedrückt erscheinen, in westöstlicher Richtung einem regelmässigeren Wechsel unterworfen, so dass hieraus auf die Einwirkung des Klimas zu schliessen ist.

In einer früheren Untersuchung⁹⁴⁾ habe ich nachgewiesen, dass die Unterschiede zwischen der klimatischen Baumgrenze der nördlichen und südlichen Alpenkette 2000 Fuss betragen können, und dass, wenn man die Gebirge des ganzen Mittelmeergebiets vergleicht, dieser Werth hier so geringen Schwankungen unterliegt, dass man ihn als von der Wärme unabhängig betrachten kann. Seitdem sind die Messungen sehr erheblich vermehrt worden, aber sie haben jenen Schluss durchaus bestätigt. In vielen Gebirgen erreichen zwar die heutigen Wälder die klimatische Grenze des Baumlebens bei Weitem nicht, aber die geographische Lage hat, wie aus folgenden Messungen erhellt, auf die höchsten Werthe, die erreicht werden, keinen Einfluss.

Ostpyrenäen am Canigou ⁹⁵⁾	7430'	(<i>Pinus Abies</i>).
Südabhang des Kaukasus in Abchasien ⁹⁶⁾	6600'	(<i>Betula</i>).
Sierra Nevada ⁹⁷⁾	6500'	(<i>Pin. sylvestris</i>).
Aetna ⁹⁸⁾	6200'	(<i>P. Laricio</i>).
Cilicischer Taurus: Südabhang ⁹⁹⁾	6000'	(<i>P. Cedrus</i> u. <i>Laricio</i>).
Nordabhang ¹⁰⁰⁾	7000'	(<i>P. Laricio</i>).
Lycien ¹⁰⁰⁾	5000'	(<i>Juniperus foetidissima</i>).
Nördliche Alpenkette im Allgäu ¹⁰¹⁾	5400'	(<i>P. Abies</i>).
Südliche - im Martellthal am Orteles ⁹⁴⁾	7390'	(<i>P. Abies</i> u. <i>Larix</i>).

Ferner habe ich schon damals darauf aufmerksam gemacht, dass diese Unabhängigkeit von der Wärme des Klimas der Baumvegetation als solcher, nicht aber den einzelnen Baumarten zukommt, von denen eine jede der ihr eigenen Temperatursphäre gemäss in den Waldregionen sich vertheilt. Denn mit der zunehmenden Wärme des Klimas ändern sich regelmässig die Baumarten, welche die Baumgrenze bilden. Die Fichte, die in den Alpen und Pyrenäen am höchsten ansteigt, wächst in südlichen Hochgebirgen nicht. Die Edeltanne und die Buche, die in den nördlichen Alpen etwa 1000 Fuss unter der Fichtengrenze zurückbleiben, bilden auf dem Apennin, am Pindus und in Macedonien die Baumgrenze selbst. Die Lariciokiefer, die am Athos 700 Fuss unter den obersten Edeltannen aufhört, ist derselbe Baum, der am Aetna und am Taurus zu den grössten Höhen sich erhebt. Fände also die Fichte im Süden ihre übrigen Lebensbedingungen, so würde sie die Baumgrenze des südlichen Taurus noch bedeutender hinaufrücken, als dies schon in Lycien durch das Auftreten des asiatischen Wachholderbaums geschieht. Es muss daher eine zum Bestehen des Baumlebens erforderliche Bedingung in den höheren Regionen der südeuropäischen Gebirge nicht erfüllt sein, und, da es die Wärme und die von dieser abhängige Vegetationszeit nicht ist, so entsteht die Frage, ob diese Ursache der Erscheinung nicht in dem Mangel an Feuchtigkeit bestehe, deren die Bäume in weit grösserem Masse als kleinere Gewächse bedürfen. Dass die Berge als kältere Körper, die in die Atmosphäre empordringen und stärkeren Temperaturschwankungen als diese unterworfen sind, den vom Tieflande oder vom Meere aufsteigenden Wasserdampf niederschlagen, ist die Quelle ihrer grösseren Feuchtigkeit. Aber weniger leicht verständlich ist es, dass die Nebel und Wolken, welche sie erzeugen, in den höheren Regionen abnehmen. Da der Wasserdampf aus der Tiefe stetig aufsteigt und durch die Verdichtungen, welche Folge seiner Abkühlung sind, immer nur ein Theil desselben aus der Luft entfernt wird, so muss es eine physische Ursache geben, welche dem Abfliessen nach oben eine Grenze setzt. Diese Ursache scheint darin zu liegen, dass nach den Versuchen Meissner's, von deren Genauigkeit ich mich in seinem Laboratorium überzeugen konnte, der Sauerstoff durch elektrische Spannung in die beiden Ozonformen verwandelt wird, von denen die eine das Antozon, den

Wasserdampf in Nebelbläschen verwandelt und, indem die Gegensätze der atmosphärischen Elektrizität mit der Höhe wachsen, die Luft von ihrem Dampfe zuletzt vollständig befreit und die Wolkenbildung an bestimmte Grenzen bindet. Da nun in Folge dessen der Dampfgehalt der Atmosphäre über der Wolkenregion rasch abnimmt, so werden Bäume in einem gewissen Niveau nicht mehr bestehen können, wenn nicht das Gebirge so hoch und ausgedehnt ist, dass der Schnee, den der Winter sammelt, während der Vegetationsperiode zu einer dauernden Quelle fließenden Wassers wird, welches die alpine Region trinkt und auch den Boden des Waldes feucht erhält. Die Circulation dieses Wassers durch die Bäume wird dann freilich auch wieder den Dampfgehalt der Luft bereichern, und der Waldgürtel, wo er einmal besteht, zu seiner eigenen Erhaltung beitragen. Aber im Mittelmeergebiet sind die meisten Gebirge nicht so hoch, um die Schneelinie zu erreichen, und, wo sie hoch genug wären, wie die Sierra Nevada, der Aetna, der Taurus, sind es nur einzelne Steilgipfel, die keinen oder doch nur wenig Schnee tragen. Deshalb ist der Boden der alpinen Region in den Alpen viel feuchter und reicher bewachsen, und die Wälder steigen im Norden Italiens, von grossen Schneefeldern gespeist, oft mehr als 1000 Fuss höher hinauf, als auf jenen so viel südlicher gelegenen Bergen Andalusiens und Siciliens. Nur die Wälder des Taurus erreichen die Baumgrenze der Alpen und übertreffen sie sogar in Lycien: aber der Taurus ist auch an Umfang und Höhe ein wenigstens ebenso mächtiges Gebirge, als die südliche Alpenkette. Auch hat der Wachholderbaum Lyciens wegen seiner verkürzten, cypressenartigen Nadelbildung gewiss ein geringeres Feuchtigkeitsbedürfniss als die Laricio-Kiefer, deren Höhengrenze im Taurus um 1000 Fuss tiefer liegt. Dass aber in den meisten Gebirgen des Gebiets die Baumgrenze zwischen 6000 und 7000 Fuss liegt, giebt uns einen Massstab, in welchem Niveau die Wolkenbildungen sich vermindern und die trockenen Höhen der alpinen Region anfangen.

Will man den Einfluss der Wärme auf die Höhengrenzen der Regionen beurtheilen, so ist es dem Obigen zufolge erforderlich, das Niveau zu vergleichen, bis zu welchem dieselbe Baumart in verschiedenen Gebirgen ansteigt. Der Durchführung dieses Grundsatzes stehen freilich verschiedene Bedenken im Wege, einmal, dass man

oft ungewiss bleiben kann, ob die klimatische Grenze wirklich erreicht ist, sodann dass ausser der Wärme auch andere Einflüsse das Vorkommen eines Baums beschränken können. Diese Schwierigkeiten lassen sich, wenn nicht beseitigen, doch wenigstens mindern, wenn man Bäume von allgemeiner Verbreitung auswählt, über welche genügend zahlreiche Messungen vorliegen. Nur die Buche, die Kastanie und der Oelbaum scheinen im Mittelmeergebiet hierzu geeignet zu sein, aber der letztere in höherem Grade, als die beiden ersteren, weil die Olivenkultur so weit reicht, als sie möglich ist, die Waldbäume aber leicht unter ihrem klimatischen Niveau zurückbleiben können.

Höhengrenze des Oelbaums.

Algarvien ⁷⁾	— 1400'
Sierra Nevada ⁷⁾	— 3000' (Südabh. 4200')
Nizza ⁶⁾	— 2400'
Aetna ⁶⁾	— 2200'
Macedonien ¹⁰²⁾	— 1200'
Phrygien ¹⁰³⁾	— 1230' (lokal 2000')
Lycien ¹⁰⁰⁾	— 1500'
Cilicien ⁹⁹⁾	— 2000'.

Höhengrenze der Kastanie (*Castanea*).

Algarvien ⁷⁾	— 2300'
Granada ¹⁰⁵⁾	— 5000'
Canigou ⁹⁵⁾	— 2460'
Apennin ¹⁰⁴⁾	— 3000'
Sicilien ¹⁰⁴⁾	— 4000'
Macedonien ¹⁰²⁾	— 3000'
Phrygien ¹⁰³⁾	— 3850'.

Höhengrenze der Buche.

Cantabrische Pyrenäen ¹⁰⁵⁾	— 4500'
Aragonischer Abhang der Sierra de Moncayo ¹⁰⁵⁾	— 3000'
Canigou ⁹⁵⁾	— 5000'
Südliche Alpen ¹⁰⁴⁾	— 5000'
Apennin und Aetna ¹⁰⁴⁾	— 6000'
Dalmatien ¹⁰⁶⁾	— 3000'
Macedonien ¹⁰²⁾	— 4400' (strauchartig → 4600')
Phrygien ¹⁰³⁾	— 4000'
Pontisches Gebirge ¹⁰³⁾	— 5540' (5700').
Bosnien ¹⁰⁷⁾	— 4000'
Central-Karpaten ¹⁰⁸⁾	— 3000'.

Man erkennt aus den Beobachtungen sogleich, dass der Oelbaum und die Buche in ihrer vertikalen Verbreitung sich ähnlicher verhalten, als die Kastanie, die in südlicher und östlicher Richtung höher ansteigt. Die beiden ersteren Bäume zeigen das schon bei der Erörterung des atlantischen Klimas erwähnte Verhältniss, dass die Höhengrenzen sowohl nach Westen als nach Osten sinken und in Italien oder bei Nizza am höchsten liegen. Die Buche sodann hebt sich noch einmal wieder im pontischen Gebirge zu einem höheren Niveau, als in westlicher gelegenen Meridianen. Es fragt sich, ob dieses Steigen und Sinken der Höhengrenze aus der klimatischen Lebenssphäre der einzelnen Bäume erklärt werden kann. Ueber die Buchengrenze habe ich schon früher¹⁰⁶⁾ bemerkt, dass das See- und Kontinentalklima, über ein gewisses Mass gesteigert, dieselben herabdrücken, und in Italien sehen wir daher diesen Baum am höchsten in das Gebirge sich erheben, höher als auf den Pyrenäen und in Macedonien. Welches aber sind nun die im Westen und Osten geänderten klimatischen Werthe, die auf die Organisation der Buche solche Wirkungen ausüben können? Bei der Erörterung der Buchengrenze in den Ebenen des Nordens wurde angenommen, dass, wenn der Baum bei 8° ausschlägt und bei 6° seine Blätter wieder verliert, derselbe in Gothenburg noch 5 Monate Zeit zu seiner jährlichen Vegetation findet, in Christiania aber nicht mehr, und dass hiemit seine klimatische Sphäre überschritten ist. Auf den beiden östlichen Halbinseln des Mittelmeergebiets wiederholen sich ähnliche Bedingungen im Gebirge; die Entwicklungsperiode verkürzt sich, weil schon am Meere der Winter länger dauert, als in Italien. Nur das Gebiet der pontischen Flora machte hievon eine Ausnahme, und hier hebt sich daher auch die Buchengrenze mehr als 1000 Fuss höher, als in Macedonien und als an der anatolischen Westküste. Die vertikale Depression im Osten, die am Biokovo in Dalmatien ihr Maximum erreicht, ist demnach die Folge der durch die schroffere Temperaturkurve verkürzten Vegetationszeit. Die steilen Gehänge des Biokovo sind ungeachtet des milden Winters der dalmatischen Küste in dieser Beziehung noch ungünstiger gestellt, als die bosnischen Hochlande, entweder weil dort der Boden die Bewaldung hindert, oder weil die Wärme nach aufwärts rascher abnimmt, als auf dem von Mittelgebirgen erfüllten Plateau Bosniens. Die östliche Depression

der Olivenkultur, die eine so viel längere Entwicklungsperiode fordert, beruht auf denselben klimatischen Bedingungen, wie die der Buche, und, wenn sie in Lycien und Cilicien höher ansteigt, als an der Nordküste des ägäischen Meers, so erkennt man darin den Einfluss der südlicheren Breite auf die Dauer der Vegetationszeit. Die Kastanie, die durch ihr festeres Laub den Gewächsen der immergrünen Region verwandter ist als die Buche, und von der man daher erwarten sollte, dass ihre Verbreitung ein Verbindungsglied zwischen dieser und dem Oelbaum bilde, zeigt auf den Gebirgen des Südens nur wenige Andeutungen von einer durch kürzere Entwicklungsperioden bedingten Depression ¹⁰⁹). Indem ihre Verbreitung in nordöstlicher Richtung weit hinter der der Buche zurückbleibt, findet bei ihren Höhengrenzen fast nur das einfachere, klimatische Verhältniss seinen Ausdruck, dass die Wärme sowohl nach Süden als mit dem Abstände vom atlantischen Meere wächst. In Andalusien, Sicilien und an der Westküste Kleinasiens steigt daher die Kastanie am höchsten in das Gebirge und bietet, wenn man damit die westliche Depression in Portugal vergleicht, eine ebenso charakteristische Nachweisung für den Gegensatz der Temperatur-Variation in Süd-europa, wie der Oelbaum. Es ist einleuchtend, dass unter den mannigfachen, klimatischen Momenten, die man unter der Bezeichnung See-Klima zusammengefasst hat, und die, je nachdem sie auf die Temperatur der verschiedenen Jahreszeiten oder auf die Dauer der Vegetationszeit sich beziehen, so ungleich auf das Pflanzenleben wirken, nur die Verminderung der Sommerwärme es sein kann, von der die Depression der Vegetationsgrenzen am atlantischen Meere gerade so wie die der Schneelinie ⁸) abgeleitet werden kann. Wenn man aber sieht, wie ausserordentlich gross der Unterschied der Höhengrenzen von Algarvien und Granada ist (bei dem Oelbaum 2800 Fuss, bei der Kastanie 2700 Fuss), und doch die klimatischen Messungen der Sommerwärme von Lissabon von denen der spanischen Mittelmeerküste kaum in entsprechendem Verhältniss, sondern nur um 3° abweichen ¹¹⁰), so könnte es zweifelhaft erscheinen, ob jene Angaben aus Portugal wirklich auf klimatische Grenzwerte zu beziehen sind. Berücksichtigen wir indessen, dass die Sierra Nevada aus dem Plateau von Granada sich erhebt und die Wärmeabnahme durch dessen Einfluss eine langsamere sein muss, als auf dem

Küstengebirge Algarviens, so wird dieses Bedenken wenigstens theoretisch beseitigt. Denn jedes Plateauklima ist als solches kontinental, die Sommerwärme hoch, weil der Boden von der Sonne um so stärker erhitzt wird, je ebener die erwärmungsfähige Fläche ist, der Winter zwar auch kalt, weil die nächtliche Ausstrahlung durch die Heiterkeit der Luft befördert wird, aber doch durch die auch dann fortwirkende Insolation des Tages gemildert. In der That ist die Sommerwärme von Madrid bei einem Niveau von beinahe 2000 Fuss fast ebenso hoch, als an der Küste von Malaga, und da das Tafelland von Kastilien sich unmittelbar in das von Granada fortsetzt, so ist dadurch die Elevation der Vegetationsgrenzen und der Schneelinie in der Sierra Nevada vollkommen erklärlich. Gegen die Meinung Willkomm's⁶⁴⁾, der die Depression dieser Werthe in Algarvien von dem Granit der Serra de Monchique ableiten wollte, machte ich daher geltend, dass die Erscheinung dem Aufhören des Plateau-Einflusses zuzuschreiben sein möchte. Ich glaubte, dass das benachbarte Meer und das Tiefland Portugals eine normale Abnahme der Temperatur in vertikalem Sinne zulasse, wogegen Spanien sich in dieser Hinsicht abnorm verhalte und die Vegetationsgrenzen übermässig in die Höhe rücken. Allein jetzt bin ich im Stande, diese Sätze noch zu erweitern und sie nicht bloss auf theoretische Betrachtungen, sondern auf thatsächliche Beobachtungen zu begründen. Zuerst ist festzustellen, dass der Oelbaum und die Kastanie in Algarvien wirklich ihre klimatische Höhengrenze erreichen. Ein solcher Nachweis kann auf dreifache Weise geführt werden, entweder durch Kulturgewächse, deren Anbau so weit getrieben wird, als derselbe möglich ist, oder dadurch, dass die Bäume an ihrer klimatischen Höhengrenze sich zu Sträuchern oder Krummholz umformen, oder endlich indirekt, wenn die Ergebnisse der Messungen mit denen anderer Orte, wo jene Beobachtungen möglich waren, in einem angemessenen Verhältniss der klimatischen Werthe stehen. Für den Oelbaum ist nun, wie schon früher erwähnt wurde, in Algarvien von Bonnet⁷⁾ diese Nachweisung vollständig geliefert, indem es sich dabei um einen Kulturbaum handelt und dieser nach ihm nur bis zum Niveau von 925 Fuss (300 m.) kräftig vegetirt und von da an kaum bis 1400 Fuss (450 m.) verkümmert fortkommt. Ferner geht aus den meteorologischen Beobachtungen in Mafra¹¹⁰⁾, welches 700 Fuss

über Lissabon an der Mündung des Tajo liegt, hervor, dass an der portugiesischen Küste die Temperatur in vertikalem Sinne und namentlich während des Sommers rascher sinkt, als vielleicht von irgend einem anderen Punkte der Erde bekannt ist. Denn der Unterschied der Jahreswärme von Lissabon und Mafra beträgt 2° , mindert sich also schon bei 350 Fuss Erhebung um einen Grad. Ein solcher Wärmeverlust tritt am südlichen Fusse der Alpen ¹¹¹⁾ erst bei einem Niveauunterschied von 950 Fuss ein. Im Sommer sinkt die Mittelwärme von Mafra sogar um $3^{\circ},3$ unter die von Lissabon, das Mass der Abnahme also auf 212 Fuss. Mögen diese Ergebnisse nun auch noch weiterer Bestätigung bedürfen und vielleicht durch örtliche Einflüsse übermässig gesteigert sein, so werfen sie doch jedenfalls auf die Depression der Vegetationsgrenzen ein neues Licht. Sie zeigen uns den Einfluss des atlantischen Meers als der mächtigsten Wasserdampfquelle von Europa, welche an den gebirgigen Küsten schon in geringer Höhe die Sonne durch Nebelbildungen verschleiern kann und die Wirkung ihrer Strahlen sogar im regenlosen Sommer abschwächt ¹¹²⁾. Die Unterschiede in den Höhengrenzen der Vegetation von Portugal und Granada haben daher nicht allein in dem Plateauklima Spaniens, sondern auch darin ihren Grund, dass die Wärme der Vegetationszeit in Portugal dem über das gewöhnliche Mass gesteigerten Einflusse des atlantischen Meers unterliegt, und so giebt uns die Anordnung der Regionen von der reichen klimatischen Gliederung dieser Halbinsel den sprechendsten Beweis. Was nun endlich noch die westliche Grenze der Buchenwälder betrifft, so beziehen sich die äussersten, bekannt gewordenen Standorte in Spanien auf Galicien und auf den Aragonien zugewendeten Abhang der Idubeden. Weder auf der Sierra Nevada kommt die Buche vor, noch scheint sie in Portugal einzutreten, weil sie den regenlosen Sommer nicht erträgt, der auch das Tafelland und dessen westliche Abdachung bis zur Seeküste beherrscht. Mit dem Oelbaum hat es die Buche gemein, dass ihre Höhengrenze sowohl west- wie ostwärts eine Depression erleidet, aber diese ist im Westen weniger bedeutend, weil ihr Vorkommen auf der spanischen Halbinsel so beschränkt ist. Doch beträgt der Unterschied zwischen den westlichen Pyrenäen und Italien doch noch 1500 Fuss und zeigt also ebenfalls noch deutlich den Einfluss der geminderten Sommerwärme. Wäre die noch viel tiefere

Depression der Buchengrenze in Aragonien, wo dieselbe noch weitere 1500 Fuss auf das Niveau von 3000 Fuss herabsinkt, als ein klimatisches Extrem anzusehen, so dürfte man diese Erscheinung doch keineswegs auf gleiche Ursachen beziehen. Hier, am Grenzgebirge des Tafellandes ist, nach der übrigen Vegetation und nach der Lage im Inneren der Halbinsel zu urtheilen, die Sommerwärme gewiss nicht, wie an der Seeküste, vermindert, sondern man müsste diesen Waldgürtel der Sierra de Moncayo als einen äussersten Vorposten der Buchenregionen betrachten, der kaum noch die nöthige Feuchtigkeit findet, und den die Sommerdürre des kastilischen Plateaus ebenso wie die des arragonischen Tieflandes auf eine schmale Höhenzone von 1000 Fuss Breite einengt.

Bevor wir nun zur Charakteristik der Regionen in den einzelnen Gebirgen übergehen, ist noch die Frage zu erörtern, nach welchen Grundsätzen ihr Umfang zu bestimmen sei. Nach der Physiognomie der Landschaft, sofern sie auf der Grösse gewisser Pflanzen und auf dem geselligen Zusammenwachsen der Individuen beruht, wird man geneigt und auch völlig berechtigt sein, über der immergrünen Region, der eigentlichen Mediterranflora noch die beiden Abstufungen der Bergwälder und der baumlosen Höhen zu unterscheiden, das Bereich der ersteren als mitteleuropäisch und das der letzteren als alpin aufzufassen. Aber es ist dabei zu erinnern, dass diese Vergleichenungen keine andere Stütze haben, als dass Gewächse von grossen Verbreitungsbezirken und bestimmte klimatische Bedingungen von den nördlichen Ebenen aus in den höher gelegenen Gebirgsregionen des Südens wiederkehren, während sie hier mit einer viel grösseren Anzahl von Pflanzen in gesellige Verbindung treten können, die Nordeuropa und den Alpen fremd sind. Eben in dieser Beziehung erscheinen die Gebirge des Mittelmeergebiets besonders lehrreich. Sie sind nicht bloss viel reicher an endemischen Erzeugnissen, als die des nördlichen Europas diesseits der Alpen, sondern diese endemischen Gewächse stehen auch nach ihrer Organisation der Mediterranflora oft viel näher, als den Vegetationscentren höherer Breiten. Zu ihnen gesellen sich sodann noch die vom Klima unabhängigeren Pflanzen des Südens, die leichter aus den Thälern auf die Höhen wandern können, als diese aus weiten Fernen Gewächse des Nordens aufnehmen. So entsteht in den Gebirgsregionen ein

buntes Gemisch, so lassen sich in der alpinen Region der Sierra Nevada sechs verschiedene Reihen von Arten nach ihrer Herkunft ¹¹³⁾ unterscheiden. Was sie unter einander verbindet und es möglich macht, das Gesamtbild einer solchen Vegetation aufzufassen, beruht auf der Gemeinsamkeit klimatischer Bedingungen, unter denen sie zu leben bestimmt sind, und die sich in der Bildungsweise ihrer Vegetationsorgane abspiegeln. Aber um die Grenzen der Regionen festzuhalten, ist man genöthigt, einzelne, physiognomisch bedeutende, vorherrschende Gewächse zu Grunde zu legen. Wo diese fehlen, verwischen sich auch die Grenzen, je nachdem das Klima sich im vertikalen Sinne allmähig ändert. So ist es erklärlich, dass, wo die Bäume ihre klimatische Höhengrenze nicht mehr erreichen, die Pflanzen der alpinen Region tiefer hinabsteigen, bis am Saum des Waldes die meisten plötzlich aufhören, in dessen Schatten sie, des Lichtes bedürftig, nun nicht weiter einzudringen vermögen.

Die Gebirge der spanischen Halbinsel entwickeln die beiden, einer höheren Breite vergleichbaren Regionen erst an den dem Tafellande aufgesetzten oder dasselbe einschliessenden Gebirgsketten, weil hier die breite Zone der eigenthümlich spanischen Vegetation zwischen der Mediterranflora und dem Waldgürtel eingeschaltet ist. Hierauf gründet sich die Bedeutung Spaniens für die Schafzucht, wo die aromatischen Tomillares des Hochlandes während des Winters einen trefflichen Weidegrund darbieten, wo die Heerden Estremaduras und Kastiliens, wie in den Hochsteppen Vorderasiens, im Mai auf die entlegenen nördlichen Gebirge Asturiens und Aragoniens getrieben werden und im Herbst nach Süden zurückkehren. Wiewohl es über die Regionen mancher spanischen Gebirgsketten an Nachrichten nicht fehlt, so gewähren doch nur diejenigen, welche wir Boissier über die Sierra Nevada verdanken ¹¹⁴⁾, eine vollständige Uebersicht der vertikalen Anordnung der spanischen Flora:

- 0—2000'. Immergrüne Region der Zwergpalme;
- 2000—5000' (4500' am Nordabhang). Immergrüne, spanische Region oder Region der Cisten;
- 5000 (4500) — 6500'. Waldregion (Region der Kiefer);
- 6500—11000'. Alpine Region, darin Grenzen der grösseren Sträucher bei 8000'.

Die Region der Zwergpalme besteht an der Küste von Granada aus

Maquis und Matten, einheimische Bäume sind selten, einjährige Gewächse überwiegend. In der zweiten Region, in welcher die Städte Granada und Ronda liegen, ändert sich die Physiognomie der Landschaft nur wenig, aber lichte Waldungen von Nadelholz und immergrünen Eichen treten auf, die Formationen der spanischen Steppe wechseln mit den Maquis, in denen nun die Genisteen und Cisten vorherrschen, die Sträucher und Stauden werden mannigfaltiger, als die einjährigen Pflanzen, und in den Matten scheiden sich deutlicher die Tomillares von der harten Rasendecke des Esparto und anderer ähnlicher Grasformen. Die Selbständigkeit dieser dem spanischen Tafellande entsprechenden Region, die klimatisch durch den winterlichen Frost und Schneefall ausgesprochen ist, beruht also weniger auf den Formationen, als auf gewissen Pflanzenformen und darauf, dass die Bestandtheile der ersteren meistens andere sind und die Zahl der endemischen Arten zunimmt. Unter den Kulturgewächsen reichen die Agrumen so weit, wie die Zwergpalme, der Oelbaum und der Weinstock umfasst den grössten Theil beider Regionen. Es ist bemerkenswerth, dass die Höhengrenze der Oliven- und Weinkultur beinahe zusammenfällt, obgleich ihre klimatischen Bedingungen doch so ungleich sind. Am Südabhange der Sierra Nevada werden beide Kulturen bis zu demselben Niveau von 4200 Fuss betrieben, an der Nordseite steigt der Oelbaum bis zur Höhe von 3000 Fuss, der Weinstock bis 3500 Fuss. Es beruht diese Uebereinstimmung wohl nur darauf, dass sich die Entwicklungsperiode, deren lange Dauer dem Oelbaum nöthig ist, in gleichem oder ähnlichem Verhältniss verkürzt, wie die Sommerwärme abnimmt, deren die Traube zu ihrer Zeitigung bedarf. In der dritten Region vertheilen sich die atmosphärischen Niederschläge über das ganze Jahr, indem Nebel und Gewitter im Frühling und auch den Sommer hindurch den Erdboden frisch erhalten und zwar in höherem Grade am nördlichen, als am südlichen Abhange, woraus sich der grössere Pflanzenreichthum der Nordseite des Gebirgs erklärt: damit sind folglich alle Vegetationsbedingungen des nördlichen Europas gegeben. Diesen entsprechend besteht der Waldgürtel aus der nordeuropäischen Kiefer, die auf der Serrania de Ronda in demselben Niveau von der Pinsapo-Fichte vertreten wird. Auch kommen in den Thälern kleine Wiesengründe vor, wo die meisten mitteleuropäischen Pflanzen der Sierra Nevada sich vor-

finden. Die Bäume indessen sind von niedrigem Wuchs, die Kieferwäldungen licht und von geringer Ausdehnung, nur noch Ueberreste von ausgedehnten Beständen, die einstmals diese Gebirge umkleideten. So ist auch, obgleich der Boden zur Sennwirthschaft genutzt wird, der zusammenhängende Wiesenrasen selten, niedrige Dornsträucher bedecken den grössten Theil der Abhänge. Ueber der Baumgrenze besteht ein breiter Vegetationsgürtel fast nur aus dem Piorno-Strauch, einer dornigen Genistee (*Genista aspalathoides*), die hier gleichsam die Region der Alpenrosen vertritt und, wie diese, eine Strecke weit in die Wäldungen hinabsteigt (5500—8000 Fuss). Die Wiesen, welche sich zwischen dem Piorno-Gesträuch aussondern, sind noch aus harten Gräsern gebildet, aber über dessen oberer Grenze findet sich eine feine, dichte Grasnarbe, aus welcher die Blumen alpiner Stauden, wie auf den Alpen, hervorschimern. Die wenigen Holzgewächse, welche nun noch übrig sind, erheben den Stamm fast niemals vom Boden. Auf diesen Alpenmatten, die in der Sierra Nevada Borreguiles genannt werden, ruht wenigstens acht Monate lang eine zusammenhängende Schneedecke, und auch im Sommer wird der Erdboden durch den schmelzenden Schnee stets feucht gehalten. So gleichen denn auch die höchsten Gehänge des Gebirgs durchaus der Physiognomie der arktischen Flora und der alpinen Regionen: hier, wo von den Eigenthümlichkeiten des spanischen Klimas nichts mehr übrig ist, verliert sich auch unter den endemischen Gewächsen der Organisationstypus der spanischen Flora.

Die Regionen des Atlas scheinen sich denen der Sierra Nevada ähnlich zu verhalten. Auch diese Gebirgskette ist durch Hochebenen sowohl von der immergrünen Region der Mittelmeerküste als von der Sahara abgesondert¹¹⁵). Der obere Coniferengürtel Andalusiens wird auf dem algerischen Atlas durch die Ceder vertreten, von einer alpinen Flora ist nichts bekannt geworden.

In den centralen Gebirgsketten Spaniens steigt die nordeuropäische Kiefer ebenso hoch, wie auf der Sierra Nevada, aber ihre untere Grenze liegt an der Nordseite der Guadarama der höheren Breite entsprechend beträchtlich tiefer [3500—6500 Fuss⁸⁴]. An dem südlichen Abhange ist dieser Waldgürtel verschwunden⁸⁶), und hier haben sich daher die Formationen des Tafellandes des Bodens bemächtigt, Tomillares in der unteren Region (— 4000 Fuss),

darüber das die oberen Gehänge des Gebirgs fast vollständig bekleidende Gestrüpp einer nackten Genistee (*Sarothamnus purgans*).

Die Ostpyrenäen und die südlichsten Alpen, soweit sie dem Mittelmeergebiete angehören, stehen in der Anordnung ihrer Regionen in keiner Beziehung mehr zu Spanien, sondern sind in dieser Hinsicht mit dem Hauptzuge der Alpen zu vergleichen. Als Beispiele können der Canigou unweit Perpignan und der Mont Ventoux, der höchste Gipfel in der Nähe des südfranzösischen Rhonethals gelten.

Canigou.⁹⁵⁾

Immergrüne Region. Olivenkultur (0—1300').

Waldregion. (1300—7430'):

Kastanie	— 2460'
Buche	— 5000'
Edeltanne (<i>P. Picea</i>)	— 6000'
Fichte (<i>P. Abies</i>)	— 7430'.

Alpine Region (7430—8400').

Mont Ventoux.¹¹⁵⁾

Immergrüne Region am Südabhang: Olivenkultur (— 1540').

Waldregion (1540—5570' am Südabhang, 5340' am Nordabhang).

Abgesonderte Vegetationsgürtel:

	Südabh.	Nordabh.
Immergrüne Eiche (<i>Q. Ilex</i>)	— 1690'	— 1910'
Gesträuche, z. B. <i>Buxus</i>	— 3540'	— 2800'
Buchenwald	— 5110'	— 4065'
Gesträuch von Buchen	— 5230'	
Kieferwald (<i>P. uncinata</i>)	— 5570'	— 5000'
Fichtenwald (<i>P. Abies</i>)		— 5340' (abwärts bis 3000').

Alpine Region (— 5880': Höhe des Gipfels).

Die Baumgrenze des Canigou liegt also, wie an gewissen Punkten der südlichen Alpenkette, fast 1000 Fuss höher, als an der Sierra Nevada. An dem so viel niedrigeren Mont Ventoux, der isolirt und dem Mistral ausgesetzt der Feuchtigkeit massiger Hochgebirgsketten entbehrt, ist sie, wie auf so vielen Bergen des Mittelmeergebiets, tief herabgedrückt. In den so bedeutenden Unterschieden der nördlichen und südlichen Exposition ist es hier zugleich ausgesprochen, dass der Ventoux gerade an der Grenze der Mittelmeerflora gelegen ist. Deutlich tritt es auch in der Höhengrenze der Olivenkultur hervor, wie sehr der Südabhang der Seealpen durch die Einwirkung des

Mistral begünstigt wird. Denn obgleich die Ostpyrenäen um zwei Breitengrade südlicher liegen, steigt die immergrüne Region noch um mehr als 200 Fuss höher am Mont Ventoux hinauf, als dort, wo sie sogar um 900 Fuss unter der Grenze der Olivenkultur von Nizza zurückbleibt.

Ueber die Gebirge von Korsika liegen keine Messungen der Vegetationsgrenzen vor; doch wissen wir¹¹⁶⁾, dass über den Maquis der immergrünen Region mehrere Waldgürtel folgen, zuerst die Kastanie, dann die Laricio-Kiefer, bis zuletzt am Monte d'Oro die Baumgrenze durch die Buche gebildet wird. Am Genargentu in Sardinien liegt die durch Erlenwald bezeichnete Grenze der Baumvegetation im Niveau von 5100 Fuss¹¹⁷⁾.

Von den Regionen des Apennins hat Tenore ausführliche Nachrichten gegeben, die sich vorzugsweise auf die Abruzzen, den höchsten Theil des Gebirgs, beziehen. Allein seine Höhenangaben verdienen wenig Vertrauen, da sie mit den Durchschnittswerthen verglichen, welche wir Schouw verdanken, viel zu niedrig sind. Tenore bemerkt selbst, dass die Regionen der kalabrischen Apenninen höher liegen, als in den Abruzzen, und bei diesem Anlass erwähnt er, dass Wälder der breitblättrigen Erle (*Alnus cordifolia*) den grössten Theil des Gebirgs von Basilicata und Kalabrien bedecken, während er diesem Baum in der Gesamtübersicht seine Stelle in der immergrünen Region anweist. Ich beschränke mich daher auf die weniger vollständigen, aber zuverlässigeren Angaben Schouw's¹⁰⁴⁾ und füge diejenigen Philippi's über die Regionen des Aetna⁹⁸⁾ hinzu.

Apennin (Mittelwerthe).

Immergrüne Region (0—1200').

Waldregion (1200—6000'):

Kastanie — 3000'

Eiche (*Q. pedunculata*) — 3500'

Buche und Edeltanne (*P. Picea*) 2500' (Bologna) — 6000'.

Alpine Region (6000—9200').

Aetna.

Immergrüne Region. Olivenkultur (0—2200').

Waldregion (2200—6200'):

Weinbau — 3300', Kastanie — 3900';

Eichenwald (*Q. pubescens*) — 5500';

Buche 3000—6000';

Birke 4760—6100';

Laricio-Kiefer 4000—6200', in gleichem Niveau ein Genisteen-
strauch (*Gonocytisus aetnensis* 3990—6000').

Alpine Region (6200—8950'):

Subalpine Sträucher, in die Waldregion hinabsteigend — 7500'
(*Juniperus hemisphaerica* 4700—7110', *Berberis aetnensis*
5000—7110', *Astragalus siculus* 3200—7500');

Alpine Stauden, gering an Zahl und zerstreut wachsend — 8950'.

Der wesentlichste Unterschied der italienischen von den spanischen Gebirgen besteht also darin, dass Wälder, die im Winter ihr Laub verlieren, unmittelbar über der immergrünen Region beginnen, und dass, da die Baumgrenze fast in gleicher Höhe liegt, dieselben eine unverhältnissmässig viel breitere Zone einnehmen, als in Spanien, wo der Cistengürtel sich in ihrem Bereich entwickelt und die mitteleuropäischen Pflanzenformen auf einen engen Raum zurückdrängt. In der alpinen Region und in deren Nachbarschaft ist die Aehnlichkeit der Sierra Nevada mit dem Aetna weit grösser, als mit den Alpen; den Piorno-Strauch kann man mit der ätneischen Genistee, die sich auch auf den Gebirgen Sardinien's finden soll, vergleichen, und ebenso die alpinen Traganthsträucher zusammenstellen, die im Süden an Bedeutung zunehmen. Aber die Mannigfaltigkeit der Vegetation ist in den höheren Theilen des Aetna weit geringer, als auf anderen Bergen; über der Baumgrenze konnten nur etwa 50 Arten verzeichnet werden, und 1200 Fuss unterhalb des Gebiets verlieren sie sich ganz, während Boissier auf der Sierra Nevada noch gegen 120 Arten über der Grenze der alpinen Sträucher antraf. Die Ursachen von der Pflanzenarmuth des sicilianischen Vulkans hat Philippi auf das Klarste nachgewiesen, die Trockenheit des Bodens, das Hinderniss, welches die stets erneuerten Ueberschüttungen von eruptiven Massen der Bekleidung mit Vegetation bieten, vorangestellt, aber auch den durch die isolirte Lage des Bergs erschwerten Austausch mit anderen alpinen Vegetationscentren berücksichtigt. Mit der Befriedigung, welche die Anwendung richtiger Methoden auf das Verständniss der Natur gewährt, muss ich anerkennen, dass jener ausgezeichnete Forscher schon im J. 1832 von denselben Grundsätzen sich leiten liess, aus welchen auch meine Ansichten über die heutige Anordnung der Vegetation entstanden sind. Nur in einem

Nebenpunkte ist Philippi's Auffassung zu erweitern. Wenn er die tiefe Lage der Baumgrenze am Aetna von dem Mangel an genügender Erdkrume auf den vulkanischen Gebilden ableitet, so ändert sich dieser Gesichtspunkt, seitdem wir wissen, dass die Erscheinung eine für das ganze Mittelmeerbecken allgemeine und daher nicht bloss von den Gesteinen, sondern auch von der Höhe und dem Klima der südeuropäischen Gebirge bedingt ist. Mit dem Apennin verglichen, unterscheidet sich der Aetna vorzüglich dadurch, dass die Wälder der mitteleuropäischen Region erst in einem viel höheren Niveau (3300 Fuss) beginnen, allein dieser Gegensatz ist, wie durch historische Zeugnisse nachgewiesen ward¹¹⁸⁾, erst durch die Ausdehnung der Kultur und besonders des Weinbaus auf die ehemals reich bewaldeten, unteren Abhänge des Bergs eingetreten. So hat man Kunde von einem Platanenwald, der nun verschwunden ist, und der Gürtel der Kastanie scheint diesen Einwirkungen fast ganz erlegen zu sein.

Von den Gebirgsregionen der griechischen Halbinsel sind folgende Messungen näher bekannt geworden :

Dalmatische Alpen.¹⁰⁶⁾

Immergrüne Region (0—1400').

Waldregion (1400—3000') : Eiche (*Q. Cerris*) und Buche.

Alpine Region (3000—6000').

Scardus [macedonisch-albanisches Grenzgebirge, 42° N. B.¹¹⁹⁾].

Waldregion (700—4670') :

Silberlinde — 1500' ;

Kastanie und Eichengesträuch — 2850' ;

Buche — 4360' ;

Eiche (*Q. pedunculata*) — 4670'.

Alpine Region (4670—7900') :

Subalpine Erikenform (*Bruckenthalia*) 4000—6000'.

Südmacedonisches Gebirge [41° N. B.¹²⁰⁾].

Immergrüne Region (0—1245').

Waldregion (1245—5800') :

Cerris-Eiche — 2650' ;

Buche — 4400' (4600') ;

Himalaja-Kiefer (*P. Peuce*) — 5800' (lokal 6100').

Alpine Region (5800—7240') :

Subalpine Erikenform (*Bruckenthalia* — 5800' ; *Juniperus nana* 5200—7200').

Athos [40° N. B. 121)].

Immergrüne Region (0—1200').

Waldregion (1200—5250'):

Kastanie — 3000';

Eiche (*Q. pubescens*) — 3500';

Laricio-Kiefer 3500—4500';

Edeltanne (*P. Picea*) 1700—5250'.

Alpine Region (5250—6440'): Sträucher der Myrten- und Rhamnusform (*Daphne jasminea* u. *Prunus prostrata*).

Velugo am südlichen Pindus [39° N. B. 122)].

Immergrüne Region (—?)

Waldregion (— 5500'):

Eichenwald — 3000';

Edeltanne — 5500'.

Alpine Region (5500—7000'): subalpin ein Traganthstrauch, auf dem Gipfel *Prunus prostrata*.

Delphi auf Euboea. 123)

Immergrüne Region (—?).

Waldregion:

Kastanienwald;

Edeltanne 2000—3500' (auf Cephalonia 2800—4800').

Alpine Region.

- So viel auf diesem Gebiete noch auszufüllen übrig bleibt, so ist doch schon ein vergleichender Ueberblick möglich. Wiewohl die Gebirge auch hier die Schneelinie nicht erreichen, so erkennt man den kontinentaleren Charakter des Klimas doch allgemein daran, dass alle in die alpine Region sich erhebenden Gipfel Macedoniens in den Schluchten, die gegen die Sonne geschützt sind, auch den Sommer hindurch Flecken von Schnee bewahren. Wenn demohngeachtet die Grenze der immergrünen Region am Nordgestade des ägäischen Meers noch ebenso hoch liegt, als am Apennin, so erklärt sich das daraus, dass Schouw von Italien nur Mittelwerthe gegeben hat, welche die ausserhalb der Mediterranflora gelegenen Nordabhänge jener Gebirgskette einschliessen. Eine richtigere Vorstellung von der Anordnung der Regionen in beiden Halbinseln erhält man erst dadurch, dass man die zwischen dem 40. und 38. Breitengrade liegenden Berge vergleicht, wo sich in Unteritalien die immergrüne Region zu bedeutend höheren Niveaus erhebt, als im nördlichen Apennin. Stellt man zu diesem Zweck den Athos und den Delphi

auf Euboea mit dem Aetna zusammen, so ist es kaum zu bezweifeln, dass, wie der Buchenwald, so auch die immergrüne Region am ägäischen Meere tiefer liegt, als in Italien. An die Stelle der subalpinen Genisteen des Aetna und der Sierra Nevada treten auf den illyrisch-macedonischen Gebirgen andere Sträucher, namentlich der Erikenform, wodurch eine nähere Beziehung zu den südlichen Karpaten und auch zum Apennin angedeutet ist. Die siebenbürgische Bruckenthalie bildet in der Nähe der Baumgrenze einen scharfbegrenzten Vegetationsgürtel, und der Zwergwachholder ersetzt das Krummholz jener Bergketten. Am Peristeri bei Bitolia sind drei Arten von Juniperus durch bestimmte Höhengrenzen von einander abgesondert (*J. Oxycedrus* — 4600 Fuss, *J. communis* von da — 5200 Fuss, *J. nana* über dieser letzteren). Subalpine Sträucher der Myrtenform (*Daphne jasminea* u. *glandulosa*) verbinden ebenfalls die Gebirge Macedoniens und Dalmatiens mit denen Italiens. Die längere Erhaltung des Schnees hat auf die Vegetation der alpinen Region einen deutlichen Einfluss. Wo die Gipfel nicht zu felsig sind, um die Ansammlung humosen Bodens zu gestatten, sind die Alpenmatten durch eine dichte, mit alpinen Stauden geschmückte Grasnarbe bevorzugt. Auf dem Scardus ist daher die Sennwirthschaft fast ebenso entwickelt, wie auf den Alpen. Die Mannigfaltigkeit der alpinen Vegetation ist zwar auf den einzelnen Gebirgszügen wohl nicht grösser, als auf der Sierra Nevada, und steht den besseren Gegenden der Alpen entschieden nach, aber, wie schon früher bemerkt wurde, wird dies durch die orographische Absonderung der Bergketten nicht bloss ausgeglichen, sondern die Gesamtsumme der zur alpinen Flora gehörenden Arten ist weit grösser, als auf den beiden westlichen Halbinseln und bildet hiedurch den Uebergang zu dem noch grösseren Reichthum Anatoliens.

Von den Randgebirgen der anatolischen Hochebene lassen sich die Regionen ebenfalls bis jetzt noch nicht vollständig vergleichen. Die wichtigsten Beobachtungen sind folgende:

Bithynischer Olymp. ¹²⁴⁾

Immergrüne Region. Ebene von Brussa (— 900').

Waldregion (900—4600'):

Kastanie — 2500';

Nadelhölzer (*P. Picea* u. *Laricio*) und Buche — 4600'.

Alpine Region (4600—6920': Gipfel).

Lycischer Taurus.¹⁰⁰⁾

Immergrüne Region (0—1500').

Waldregion (1500—8000'):

Untere Waldregion (*Quercus* u. *Pinus*);

Obere Waldregion aus *Juniperus foetidissima* 6000—8000'.

Alpine Region (8000—10000').

Cilicischer Taurus⁹⁹⁾ (Südabhang).

Immergrüne Region (0—2000').

Waldregion (2000—6000'):

Untere Waldregion (*Pinus* u. *Quercus*) — 3500';

Obere Waldregion, *Pinus Laricio* vorherrschend — 5000', *P. Cedrus* und andere Coniferen — 6000'.

Alpine Region (6000—11000'), fast ohne Sträucher, grösstentheils mit rasenförmig wachsenden Stauden zerstreut bewachsen.

Am Nordabhang beginnt die Waldregion über dem Plateau Karamaniens (4000') erst bei 4800 und steigt bis 7000'.

Pontisches Gebirge¹²⁵⁾ (Nordabhang, östlich von Trapezunt).

Immergrüne Region. Olivenkultur. [0—1000'¹²⁶⁾].

Waldregion (1000—5700'):

Sträucher der Oleander- und Rhamnusform (*Rhodoreen*) mit Gruppen mitteleuropäischer Laubholzbäume — 4600';

Buchenwald mit Coniferen (*Pinus orientalis*) und noch denselben Sträuchern (z. B. *Rhododendron ponticum*, *Prunus Lauro-cerasus*) — 5700'.

Alpine Region (5700—10000'):

Alpenrose (*Rhododendron caucasicum*) 5700—8000'.

Alpenmatten ohne Sträucher 8000—10000' (Schneelinie).

Der Armenien zugewendete Südabhang ist ausserhalb der Flusstäler baumlos.

Die anatolischen Gebirge unterscheiden sich von den südeuropäischen nicht bloss dadurch, dass sie auf ihrer Binnenseite an ein Steppenklima grenzen, sondern auch durch ihre durchschnittlich grössere Höhe, die in einigen Fällen über die Linie des ewigen Schnees hinausgeht. An der pontischen Küste ist die Schneegrenze in Lasistan (41° N. B.) dieselbe, wie am Kaukasus (43° N. B.), und auf dem aus dem inneren Hochlande Karamaniens über 11800 Fuss hoch sich erhebenden Argäus (38½° N. B.) soll der ewige Schnee in einem Niveau beginnen, welches nicht völlig 500 Fuss höher liegt [10470 Fuss¹²⁷⁾]. In Anatolien und im westlichen Armenien hat

das Steppenklima auf die Höhe der Schneelinie nur einen geringen Einfluss, weil der Winter so lang und wegen der Nähe des schwarzen und mittelländischen Meers auch schneereich ist. Erst in einem weiteren Abstände von der Seeküste mindert sich die Anhäufung des Schnees am Ararat, wie bei der Steppenflora wird zu erläutern sein. Diese Verhältnisse haben in dem Reichthum und auch in dem verschiedenartigen Vegetationscharakter der alpinen Flora Anatoliens ihren Ausdruck erhalten. Wo, wie im pontisch-armenischen Gebirge die Gebirgskuppen lange Zeit von Schnee bedeckt sind, breiten sich unter dem Einflusse der Feuchtigkeit prächtige Alpenmatten aus, die eine Fülle alpiner Gewächse darbieten und durch ihre Grasnarbe die Sennwirthschaft überaus begünstigen. Hier sind im unteren Theile der alpinen Region grosse Strecken von der weissblühenden, kaukasischen Alpenrose bedeckt, die von hohen, subalpinen Stauden begleitet wird; hier wurden an derselben Oertlichkeit gegen 200 alpine Pflanzenarten vereinigt angetroffen. Das pontische Gebirge ist also auch in seinen oberen Regionen ein Verbindungsglied zwischen dem Süden und Norden, wie dies von der ganzen Abdachung bis zum Ufer des schwarzen Meers gelten darf. Obgleich nun schon der den feuchten Seewinden entzogene Südabhang des Waldes entbehrt, so wechseln doch noch durch ganz Armenien ähnliche Alpenmatten mit trockenen Hochsteppen. Die Alpenmatten finden sich da, wo der Boden feucht ist, die Hochsteppe ist das Erzeugniss des dürren Erdreichs. Die unregelmässige Gestalt und die reiche Gliederung der dem Steppenlande aufgesetzten und doch mannigfach unterbrochenen Taurusketten lässt es zu, dass der über dem Meere gesammelte Wasserdampf tief in das Innere geführt wird und zu jenen unermesslichen Schneeanhäufungen⁴¹⁾ den Anlass giebt, welche im Winter das armenische Hochgebirge erfüllen. Aus ihnen wiederum erklärt sich der Reichthum an Quellen und wasserreichen Flüssen in beträchtlicher Meereshöhe, die zu den weiten und grossen Stromgebieten des Euphrat und Tigris, des Araxas, des Kyr und Tschoruk sich gleichmässig befruchtend anordnen. Vergleicht man damit die schwachen Flussadern Anatoliens, so beruht die grössere Trockenheit dieses westlicher gelegenen Hochlandes zunächst darauf, dass die Gebirgsketten im Inneren minder bedeutend sind und nur äusserst selten die Schneegrenze erreichen. Dazu kommt, dass der Taurus

hier zu einem südlichen Randgebirge wird und auch an der Küste des Pontus zusammenhängende Höhenzüge sich erstrecken; so dass die Seewinde an beiden Aussenseiten ihre Feuchtigkeit einbüßen, ohne ihren Wasserdampf in das innere Hochland zu führen. Die alpine Flora Anatoliens hat nun auch in der That mit der pontischen keine Aehnlichkeit, sie ist in den meisten Fällen eine Steppenflora. Die dichte Rasendecke der Alpenmatten erzeugt eine tiefere, humosere Erdkrume, welche die Feuchtigkeit zurückhält; die Vegetation der Hochsteppen gedeiht auf steinigem Boden und geht in die der anstehenden Felsen über. Dieser Gegensatz spricht sich sogar noch an der südlichen Tauruskette auf das deutlichste aus, wo die dichte Grasnarbe der pontischen Alpenmatten fehlt und die alpinen Stauden auf dem Geröllboden zerstreut wachsen. Mit Cedern, Tannen und anderen Nadelhölzern innerhalb der Wolkenregion bewaldet, wachsen über der Baumgrenze keine grössere, subalpine Sträucher, die, wie die Gräser, eines feuchteren Bodens bedürfen. Zwar ist der untere Theil der alpinen Region blumenreich, Kotschy verzeichnet am Bulgar-Dagh im Niveau von 6—8000 Fuss gegen 120 Arten von Stauden und Halbsträuchern, aber, da der Schnee ungeachtet der auf 11000 Fuss geschätzten Erhebung des Gebirgs an der dem Meere zugewendeten Seite nicht liegen bleibt, wird die Vegetation weiter aufwärts dürftiger, und jene Zahl sinkt unter 50 an den oberen, felsigen Gehängen herab (8—11000 Fuss). Winde, die vom Meere aus die Axe der cilicischen Tauruskette senkrecht treffen, wie sie am pontisch-armenischen Gebirge gewöhnlich sind, kommen höchst selten vor¹²⁵⁾; die herrschenden Luftströmungen wehen der Kette parallel von Südwesten und Nordosten und entladen ihre Feuchtigkeit erst in Kurdistan. In diesem Verhältniss liegt eine weitere Ursache von der ungleichen Vertheilung der alpinen Gewächse in Anatolien, hiedurch wird es erklärlich, dass auch in den Randgebirgen der Halbinsel sowohl trockene Hochsteppen als feuchte Alpenmatten auftreten können, je nachdem die Beziehungen der Seewinde zu der Lage der Gebirgsketten abgeändert sind. Betrachten wir die einzelnen Berggipfel als abgesonderte Vegetationscentren, so wird die so unregelmässige Anordnung feuchter und trockener Klimate ihrem Austausch ein mächtiges Hinderniss bieten, und gerade durch die beschränkten Standorte alpiner Gewächse sind die anatolischen Gebirge merk-

würdig. Nicht bloss die einzelnen Abschnitte der Nord- und Südküste zeichnen sich hiedurch aus, sondern auch die Flora der westlichen, jonischen Gliederung der Halbinsel zeigt ähnliche Eigenthümlichkeiten und eine mannigfaltige Fülle der Erzeugnisse, weil hier ein zusammenhängendes Randgebirge fehlt, die einzelnen, alpinen Gipfel vom Olymp bis zum lycischen Taurus räumlich weiter von einander abgesondert sind und die innere Hochebene durch vielfach verschlungene Abstufungen und niedrigere Höhenzüge in die Mediterranflora der Küste allmählig übergeht. Klima und plastische Gestaltung der Oberfläche vereinigen sich also, den Reichthum der anatolischen Flora zu erhöhen. Aber schroffer werden die Gegensätze, wo die Steppenflora des Innern durch das Randgebirge von den Küsten schärfer abgesondert ist. So liegt unmittelbar hinter dem lycischen Taurus eine Hochebene von Steppenformationen, die Forbes als eine besondere Region (3—6000 Fuss) zwischen den beiden Waldgürteln unterscheidet, von denen der untere auf die dem Meere zugewendeten Abhänge eingeschränkt, der obere beiden, sowohl der Binnen- als der Aussenseite des Gebirgs gemeinsam ist. So ist ferner der Argaeus dem cilicischen Taurus zwar benachbart, hat aber nicht dessen Waldregionen, sondern nur Gesträuche¹²⁰⁾, weil seine Schneedecke wenig ausgedehnt ist und den tieferen Gehängen die Feuchtigkeit durch die vorliegenden Randgebirge entzogen wird. Auch schon an dieser Tauruskette selbst ist der Gegensatz der inneren und äusseren Gebirgsseite durch die Anordnung der Wälder ausgedrückt, indem an demjenigen Abhänge, der dem karamanischen Plateau zugekehrt ist, die Baumgrenze um 1000 Fuss höher ansteigt. Hier finden wir die jedoch nur scheinbare Anomalie, dass über derselben Hochebene die Schneelinie des Argaeus verhältnissmässig tief, die Baumgrenze an der Nordwestseite des Taurus hingegen hoch liegt, während doch beide Werthe unter dem Einflusse des Plateauklimas in gleichem Sinne wachsen sollten. Die Erklärung scheint darin zu liegen, dass der Argaeus den Taurus an Höhe übertrifft. Sein Gipfel wird noch von den Seewinden getroffen, aus deren Wasserdampf der Schnee sich ansammelt, wogegen die geschützten tiefer liegenden Abhänge und ebenso die Binnenseite des Taurus der austrocknenden und erwärmenden Einwirkung des Plateaus unterliegen, welche entweder die Wälder gar nicht aufkommen

lässt oder sie in ein höheres Niveau hinaufrückt. Die tiefe Lage der Baumgrenze am bithynischen Olymp endlich lässt sich nicht so leicht aus den klimatischen Bedingungen ableiten, sie ist vielleicht eine Folge der kalten Steppenwinde, die über das schwarze Meer von Russland herüberwehen und diesen frei liegenden Gipfel treffen.

Von den Gebirgen Syriens und der Insel Cypren lässt sich nach den vorliegenden Nachrichten annehmen, dass die Regionen, abgesehen von ihrer vorgeschrittenen Entwaldung, denen des cilicischen Taurus ähnlich sind.

Libanon [Westseite⁹⁹].

Immergrüne Region (0—1500').

Waldregion (1500—6000'):

Gürtel von Eichensträuchern — 3000');

Kieferwald 3400—4000';

Bestände von Cypressen (*C. horizontalis*) und Ueberreste des Cederwaldes 4000—5500';

Ackerbau — 6000'.

Alpine Region (6000—9000').

Cyprischer Olymp.¹³⁰

Region des Oelbaums (0—2500').

Waldregion (2500—6000': Gipfel):

Seestrandskiefer (*P. maritima*) 0—4000';

Lariciokiefer (*P. Laricio*) 4—6000';

Baumwachholder (*Juniperus foetidissima*) 6000'.

An der Binnenseite des Libanon wird die Baumgrenze durch den Wachholderbaum (*Juniperus foetidissima*) gebildet, der am nördlichen Abhange über Ceder- und Tannenwaldungen bis 6200 Fuss ansteigt. Ueber dem östlichen Thale von Baalbek reicht die Region dieses Baums nicht so hoch (4000—5500 Fuss) und grenzt abwärts an einen Gürtel von Eichenwald (3000—4000 Fuss). Es geht aus diesen Angaben hervor, dass der Breitenunterschied zwischen dem cilicischen Taurus und dem Libanon (37°—34° N. B.) ohne Einfluss auf die Anordnung der Regionen und die Baumgrenze auch hier die nämliche ist. Die noch tiefere Depression derselben am östlichen Abhange des Libanon erklärt sich wohl daraus, dass das Thal von Baalbek nur nach Nordosten geöffnet und von südlichen Luftströmungen durch den Antilibanon abgeschlossen ist. Die Insel

Cypern soll einst von Nadelholzwäldern durchaus bewaldet gewesen sein, wovon jetzt nur noch wenige Bestände übrig sind. Da nun hier an den kahlen Gebirgsabhängen der Sommer auch in den höher gelegenen Theilen der Insel dürr ist, hat die Mediterranflora mit ihren Maquis und Tomillares einen grossen Theil der ehemaligen Waldregion eingenommen.

Von der Nordküste des schwarzen Meers sind schliesslich noch die der Mediterranflora zugewendeten Abhänge des westlichen Kaukasus und der Krim zu erwähnen.

Abchasischer Abhang des Kaukasus. ¹³¹⁾

Pontische Waldregion aus Eichen und Ulmen.

Buchenregion.

Nadelholzregion (*P. orientalis* u. *Picea var. Nordmanniana*).

Baumgrenze (Birke) 6600'.

Alpine Region 6600—9100': Passhöhe.

Südküste der Krim. ¹³²⁾

Immergrüne Laubhölzer (*Arbutus Andrachne*) — 1200'.

Nadelholzregion (*Pinus Laricio*) 600—3000', am Nordabhang der Gebirgskette durch die Buche ersetzt: Baumgrenze 4050'.

Die pontische Flora ändert sich bei dem Uebergange von Lasistan nach Kolchis (Mingrelien und Abchasien) nur wenig. Die Gehänge sind stärker bewaldet, aber das dichte Unterholz aus immergrünen Sträuchern ist das nämliche. An der Ostküste des schwarzen Meers ist das Klima unter dem Einfluss westlicher Seewinde ungemein feucht und gleichmässig, indem der Kaukasus und die mesgische Gebirgskette den Wasserdampf verdichten und zugleich gegen die nördlichen und östlichen Steppenwinde Schutz gewähren. Die grössere Feuchtigkeit und auch vielleicht die grösseren Schneemassen des Kaukasus bewirken, dass die Baumgrenze in Abchasien etwa 900 Fuss höher liegt, als an der gegenüberliegenden Südküste des Pontus. Die Mediterranflora an der Südküste der Krim ist mit der an den lombardischen Seen zu vergleichen; dieses äusserste, litorale Grenzgebiet hat keine Aehnlichkeit mit den feuchten kolchischen Wäldern und ist nur ein schwacher Abglanz von den Küsten Anatoliens. Hier steigt die Laricio-Kiefer in ein tieferes Niveau herab, wie in Oesterreich.

Vegetationscentren. Die nachfolgenden Vergleichen der einzelnen Abschnitte des Mittelmeergebiets unter sich und mit andern Floren gründen sich ausschliesslich auf die in meiner Pflanzensammlung vorliegenden Arten. Wenn in Folge dieser Beschränkung die Zahlen niedriger ausfallen, als wenn alle bis jetzt beschriebenen Gewächse berücksichtigt worden wären, so gewinnen doch die Ergebnisse an Sicherheit, und das Verhältniss der in bestimmten Richtungen wachsenden oder abnehmenden Familien wird, da die Sammlung reichhaltig ist und sich ziemlich gleichmässig über das ganze Gebiet erstreckt, in der Folge wohl nur wenig geändert werden. Namentlich sind aus Spanien, Algerien und dem Orient die von Bourgeau, Heldreich und Balansa ausgegebenen Sammlungen vollständig vertreten, die von Kotschy grösstentheils, sowie aus Italien, Südfrankreich, Dalmatien und Rumelien Materialien vorlagen, welche fast alle bekannten endemischen Arten einschliessen. Unsicherer bleiben die Nachweisungen aus Anatolien, theils weil die Grenzen der inneren Steppenlandschaft, die hier ausgeschlossen ist, von den äusseren Gebirgszügen zum Theil nur willkürlich gezogen werden konnten, theils wegen der Schwierigkeit, die aus der verschiedenen Auffassung des Artbegriffs entspringt. In der orientalischen Flora Boissier's, von welcher nur der erste Band zu benutzen war, sind etwa ein Drittel mehr Arten beschrieben, als in meinem Katalog eine Stelle fanden, aber hier schien eine Beschränkung des Stoffs um so mehr geboten, als die Grenzen der natürlichen Abschnitte des Gebiets erst künftigt sicherer festgestellt werden können.

Mein Katalog umfasst gegen 7000 Arten von Gefässpflanzen, von denen 60 Procent dem Mittelmeergebiet eigenthümlich, die übrigen dem nördlichen und südlichen Europa gemeinsam angehören. Auf 4200 Arten beruht also die botanische Selbständigkeit der Flora, und in dieser Zahl sind etwa 60 monotypische Gattungen begriffen, welche in keinem andern Theile der Erde vorkommen. Schon aus der Vertheilung dieser Gattungen ergibt sich, wie gross der Einfluss des mittelländischen Meers auf die dauernde Sonderung der ursprünglichen Vegetationscentren gewesen ist. Nur 12 Monotypen sind nämlich durch das ganze Gebiet verbreitet, die übrigen bewohnen nur einzelne Abschnitte desselben und haben fast sämmtlich in den grossen Meeresflächen, welche die Halbinseln und Kontinente

von einander absondern, auf ihren Wanderungen eine mechanische Schranke gefunden. Ebenso umfassen von den 4200 Arten nur etwa 500 den ganzen Raum von Spanien bis Anatolien, 1000 sind zwei oder mehreren Abschnitten gemeinsam und grossentheils klimatisch bald auf die westlichen oder östlichen, bald auf die südlichen Landschaften eingeschränkt. Es bleiben also 2700 Arten übrig, deren Wanderung durch das Meer beschränkt wurde, oder die nur wenig von einer einzelnen Gruppe kontinental verbundener Vegetationscentren sich entfernt haben. Hierin liegt daher der allgemeinste Gegensatz des nördlichen und südlichen Europas. Während wir in dem nördlichen Waldgebiete, so weit ununterbrochene Ebenen von dem atlantischen bis zum pacifischen Meere sich ausdehnen, die Wohnorte der Pflanzen vorzugsweise durch klimatische Linien bestimmt fanden, äussern im Mittelmeergebiete mechanische Hindernisse der Verbreitung einen weit grösseren Einfluss auf den systematischen Charakter der Flora. Die ungemein grosse Küstenentwicklung, welche das Gebiet zu abgesonderten, geographischen Räumlichkeiten gliedert, wirkt auf die Wanderungen der Pflanzen viel mehr trennend als verbindend. Die ursprünglichen Erzeugnisse wurden in weit höherem Grade festgehalten, die Vegetationscentren lassen sich noch jetzt viel zahlreicher erkennen, die Halbinseln nähern sich in dieser Beziehung den Gesetzen der Anordnung, welche von den endemischen Archipelen abgeleitet sind. Wenn im Norden fast nur unter den Gebirgspflanzen Beispiele eng begrenzter Wohngebiete nachgewiesen werden können, so ist zwar im Süden der endemische Charakter auf gewissen Gebirgen ebenfalls stärker, als im Tieflande ausgesprochen, aber auch die Mediterrangewächse im engeren Sinne sind in manchen Fällen nur an einzelnen Standorten bemerkt worden. Dieses ganze Verhältniss spricht doch entschieden dafür, dass die Monotypen und andere seltene Organisationen nicht oder doch nicht allgemein als die Ueberreste früherer Schöpfungen, sondern als Zeugnisse für die produktivé Kraft derjenigen Oertlichkeiten zu betrachten sind, wo sie gegenwärtig gefunden werden, und von denen sich zu entfernen ihnen die Mittel nicht zu Gebote standen.

Die Monotypen sind besonders geeignet, die Verknüpfungen und Absonderungen des Mittelmeergebiets zur Anschauung zu bringen.

Unter den 12 allgemein verbreiteten Gattungen¹³³⁾ gehören 2 zu den Cruciferen, 6 zu den Synanthereen; sie sind fast sämmtlich einjährig und Begleiter der Kulturgewächse, einzelne überschreiten auch als solche die Grenzen des Gebiets. Ihre weite Verbreitung hat daher nichts Auffallendes, nichts deutet darauf hin, dass das Meer dabei mitgewirkt habe. Nur bei einer Staude (*Diotis*) ist dies der Fall, die als Halophyt auch längs des atlantischen Meers bis nach England gelangt ist. Die vier übrigen Gattungen sind Holzgewächse der Maquis und jede monotypisch in einer besonderen Familie. Zwei grosse und kräftige Sträucher (*Spartium* und *Rosmarinus*) sind weit häufiger, als die beiden anderen, die schwach und niedrig bleiben und also in dem Kampf um den Boden keinen so leichten Spielraum fanden (*Coris*, - *Cressa*). Allein an die warme Region gebunden, konnten doch alle diese Holzpflanzen ohne Schwierigkeit den Küstenlinien weithin folgen.

Hieran schliessen sich fünf andere Monotypen¹³⁴⁾, von denen nur eine, eine winzige Rubiacee (*Callipeltis*), dem allgemeineren, später zu erörternden Verwandtschaftsverhältniss Spaniens mit dem Steppengebiet sich unterordnet. Die übrigen, von Küste zu Küste verbreitet, sind nur auf einzelne, südliche Abschnitte des Gebiets eingeschränkt. Die Wanderungen dieser Gewächse haben etwas Räthselhaftes, als wären sie, wie ein vom Sturme verschlagenes Schiff, an irgend einen entlegenen Strand gerathen, ohne dass ihr Ausgangspunkt sich leicht ermitteln lässt, oder wie wenn sie, anderswo verdrängt und verloren, nur an gewissen Grenzpunkten sich erhalten und behauptet hätten. Dass solche Wanderungen hier wirklich stattgefunden, dafür spricht der Umstand, dass vier Monotypen in und bei Sicilien zusammentreffen, indem diese Insel wegen ihrer centralen Lage in Bezug auf die Meridiane des Mittelmeers besonders geeignet ist, als Ausgangspunkt oder als Ziel zu dienen und mit dem fernsten Osten und Westen gleichmässig sich durch Strömungen zu verknüpfen. So ist sie durch eine Ericacee (*Pentapera*) mit Cypern, durch eine Oleinee (*Fontanesia*) mit Syrien verbunden, ohne dass diese Sträucher jedoch bis jetzt an den dazwischen liegenden Küsten von Kreta und Morea nachgewiesen wären. So weisen auch die beiden anderen Gattungen (*Lonas* u. *Apteranthes*) auf die fernen, aber im äussersten Westen gelegenen Standorte in der Nähe der Strasse

von Gibraltar, wobei die letztere als eine den südafrikanischen Stapelien verwandte, succulente Asclepiadee merkwürdig ist. Auf den einsamen Inseln Lampedusa und Linosa zwischen Malta und Tunis von Gussone beobachtet, kommt sie ausserdem nur noch an zwei westlichen Punkten, in Granada und an den Grenzen von Marokko vor, wo sie schon einige Jahre früher von Webb am Meeresufer bei Almeria bemerkt und in der Gegend von Oran seitdem häufig beobachtet worden ist. Die Lage der beiden kleinen Inseln im Süden von Sicilien ist so versteckt und nach Westen durch die vorspringende Küste von Tunis so abgeschlossen, dass man weit eher einen Austausch zwischen jenen westlichen Standorten und Sardinien oder Sicilien selbst erwarten sollte. Die Pflanze ist physiognomisch so ausgezeichnet und fremdartig, dass, wenn sie auch an einzelnen Orten noch unentdeckt vegetiren mag, eine zusammenhängende Verbreitung längs der afrikanischen Küste, die von so vielen, scharfsichtigen Botanikern besucht worden ist, in der Gegenwart durchaus nicht angenommen werden kann. Um so weniger, als diese europäische Stapelie ein Halophyt ist und daher zunächst an den Seestrand gebunden sein musste. Hier haben wir also einen Fall intermittirender Verbreitung, der uns sehr geneigt machen wird, eine Abnahme des Fortbestehens dieser Pflanze für wahrscheinlich zu halten und vorauszusetzen, dass sie früher ein zusammenhängendes Litoral bewohnte und an den meisten Standorten durch andere Gewächse verdrängt und zu Grunde gegangen sei.

Wie wenig nun überhaupt das eingeschlossene, an grossen und regelmässigen Strömungen arme Mittelmeer zur Verbreitung der Pflanzen beigetragen hat, ergibt sich daraus, dass fast die dreifache Anzahl von monotypischen Gattungen nur eine einzige der Halbinseln oder andere eng begrenzte und durch das Meer abgeschlossene Landstrecken bewohnt. Wie sich diese ungleich und nach Massgabe der Vegetationscentren vertheilen, steht in einer gewissen Beziehung zu dem Reichthum der einzelnen Abschnitte des Gebiets an eigenthümlichen Pflanzen überhaupt. Nur Spanien besitzt mehr monotypische Gattungen, als das anatolisch-syrische Küstenland, dem es an endemischen Arten nachsteht.

Vergleicht man die durch das Meer gesonderten Abtheilungen des Gebiets nach der Anzahl ihrer eigenthümlichen Pflanzen und

nach der Grösse ihrer Oberfläche¹³⁵⁾, so erhält man folgende Reihe, in welcher das Verhältniss angenähert durch die beigefügte Ziffer ausgedrückt wird. Die grösste Zahl lieferte der anatolisch-syrische Abschnitt ($\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{8}$), hierauf folgen die griechische Halbinsel ($\frac{1}{10}$), Spanien ($\frac{1}{13}$), die Atlasküste ($\frac{1}{15}$), und am ärmsten an endemischen Erzeugnissen ist Italien ($\frac{1}{25}$). Dass diese Ungleichheit nicht allein eine Folge der mehr oder weniger abgesonderten Lage sei, geht schon daraus hervor, dass Anatolien mit Griechenland geographisch wenigstens ebenso nahe verbunden ist, als dieses mit Italien. Aber noch viel deutlicher zeigt sich die ungleiche und regellose Anordnung der Vegetationscentren, wenn man von den grösseren Abtheilungen zu den engeren, geographischen Bezirken übergeht. Sicilien ($\frac{1}{6}$) ist um das Sechsfache reicher ausgestattet, als das Festland von Italien ($\frac{1}{36}$), auch wenn man die beiden Abschnitten gemeinsamen Arten dem letzteren hinzufügt, Kreta ($\frac{1}{2}$) übertrifft die griechische Halbinsel ($\frac{1}{10}$) um das Fünffache und steht überhaupt allen übrigen Ländern des Mittelmeergebiets im Verhältniss zu seiner Grösse an Mannigfaltigkeit eigenthümlicher Erzeugnisse voran. Ebenso merkwürdig ist die Erscheinung, dass das Inselpaar von Sardinien und Korsika einen Gegensatz zeigt, der sich wenigstens auf das Vierfache steigert. Beide Inseln sind durch Moris, Viviani und Andere so gut bekannt, wie irgend ein anderer Abschnitt des Mittelmeergebiets. Wiewohl sie einen grossen Theil ihrer endemischen Erzeugnisse unter einander ausgetauscht haben, so sind doch auf Korsika viele Arten beschränkt geblieben. Im Allgemeinen sind demnach, da das Meer auf die Wanderungen der Pflanzen hemmend einwirkt, die Inseln reicher an endemischen Erzeugnissen, als Abschnitte des Festlands von gleicher Grundfläche, aber die Ungleichheiten der Inseln selbst lassen sich doch nicht aus der Beschaffenheit des Bodens und Klimas erklären. Korsika ist gebirgiger; die Berge sind höher, als in Sardinien, aber die eigenthümlichen Pflanzen Korsikas sind auch in der warmen Region zahlreich. Ein hohes, geologisches Alter ist beiden Inseln gemeinsam, so weit sie von Petrefakten führenden Formationen unbedeckt sind. Aehnlich ist auch das Verhältniss von Kreta zu Cypern, zwei Inseln, die nach ihrer Grösse, ihrer Lage und nach ihrem Klima so ähnlich sind. Ich finde¹³⁶⁾, dass nur etwa 10 endemische Arten auf Cypern entschieden sichergestellt sind,

während ich von Kreta über 80 besitze, die in weit höherem Grade von den Typen auf den übrigen Inseln des Archipels und von den griechischen sich in ihrem Bau entfernen. Auch hier ist das Gebirge des Ida bedeutender als der cyprische Olymp, aber auch hier erstreckt sich die Eigenthümlichkeit auf die verschiedensten Standorte. Die ungleiche Ergiebigkeit der Vegetationscentren ist ein ursprüngliches, ein geologisches Phänomen, dessen Bedingungen der Forschung verborgen sind. Was könnte hier Darwin's Lehre leisten, wenn wir sehen, dass unter gleichen Einwirkungen doch das Ergebniss so ungleich ist und auch die Geologie keinen Aufschluss darüber giebt? Dass die reichere Insel länger bestehe, als die ärmere, lässt sich nicht behaupten, ja in einzelnen Fällen ist sogar das Gegentheil nachzuweisen.

Wenden wir uns zu dem Charakter des Endemismus in den einzelnen Abschnitten des Gebiets, so beschränke ich mich hier, indem ich die übrigen Ergebnisse der Vergleichung auf die Noten verweise, auf einige allgemeinere Bemerkungen, und zwar zunächst über Spanien¹³⁷). Nach dem durch die klimatische Absonderung der Standorte so leicht verständlichen Erfahrungssatze, dass die Gebirge an endemischen Pflanzen reicher sind, als die Ebenen, ist die eigenthümliche Stellung der Sierra Nevada in Spanien zu beurtheilen, die an Mannigfaltigkeit eigenthümlicher Erzeugnisse mit den Pyrenäen verglichen werden kann. Während aber in den nordeuropäischen Ebenen die Unterscheidung besonderer Vegetationscentren durch den erleichterten Austausch nur noch auf grosse, klimatisch verbundene Räume sich beziehen liess, bietet uns Spanien das erste Beispiel, dass wir auch im Tieflande und auf den Hochflächen Gewächse von beschränktem Wohngebiet antreffen, bei denen sich die ursprüngliche Anordnung erhalten hat. Die engere klimatische Gliederung trägt gewiss am meisten dazu bei, die Centren in dieser Absonderung fortbestehen zu lassen. Aber auch den trennenden Gebirgsketten, in einem Falle selbst der Mischung der Erdkrume ist ein solcher Einfluss beizumessen. Schon aus der Vertheilung der Monotypen ergeben sich sechs besondere Vegetationscentren, von denen vier den klimatischen Hauptabschnitten der Halbinsel, die beiden anderen der Sierra Nevada und dem Salzboden in ihrer Nachbarschaft angehören. Dem Tafellande sind vier Monotypen eigenthümlich (*Ortegia* unter den Polycarpeen, sodann die Synantheree

Hispidella und die Crucifere *Guiraoa*, letztere bis jetzt nur in Murcia beobachtet), Portugal eine Anthemidee (*Lepidophorum*), dem Tieflande von Andalusien und Murcia drei Gattungen (die Scrophularinee *Lafuentea*, die Solanee *Triguera* und die Amaryllidee *Lapiedra*), dem Litoral der mit Katalonien verbundenen Provence eine Alsinee (*Gouffeia*). Die Sierra Nevada besitzt in ihrer mitteleuropäischen Region eine monotypische, mit Catananche verwandte Liguliflore (*Haenselera*), und ein Halbstrauch aus der Gruppe der Brassiceen (*Euzomodendron*) ist nur auf dem salzhaltigen Boden der Sierra de Gador in Südgranada angetroffen. Die Anzahl der Monotypen ist auf der spanischen Halbinsel grösser, als in irgend einem anderen Theile des Gebiets. Denn zu jenen 10 Gattungen kommen noch 8 andere, von denen eine (*Colmeiroa*) auf Spanien durchaus eingeschränkt ist, die übrigen die Halbinsel nur wenig und namentlich über die Strasse von Gibraltar hinaus überschreiten. Alle diese Monotypen haben in Spanien eine weitere Verbreitung und zeigen, in welcher Richtung die einzelnen Organisationen von einem gewissen klimatischen Centrum aus zu benachbarten Gegenden fortgeschritten sind. Die Heimath der ausgezeichneten Droseracee *Drosophyllum* ist offenbar in Portugal zu suchen, von wo sie sich in drei Nachbarländer, nordwärts bis Galicien, im Süden nach Andalusien und Marokko ausgebreitet hat. Hier ist es die Gestalt des heutigen Wohngebiets, woraus dies gefolgert werden muss. Von den übrigen Gattungen, die sich sämmtlich mit grosser Wahrscheinlichkeit auf das spanische Tafelland zurückführen lassen, gilt das Nämliche, aber in einigen Fällen kommt noch die gesellige Art ihres Vorkommens hinzu (*Macrochloa*), diesen Schluss zu unterstützen, sofern dadurch eine nähere Beziehung zu dem Klima und Boden des Heimathlandes ausgedrückt ist. Diese Monotypen des Hochlandes sind folgende: die Euphorbiacee *Colmeiroa* (bis Portugal und Andalusien); die Leguminose *Pterospartum* (bis Asturien und Marokko); die Labiaten *Cleonia* (bis Portugal, Andalusien und Nordafrika), *Preslia* (bis Portugal und Südfrankreich); die Gramineen *Macrochloa* und *Wangenheimia* (bis Nordafrika), *Chaeturus* (bis Portugal und einmal in wenigen Exemplaren auf den euganeischen Hügeln wohl nur zufällig angetroffen). Durch die Anordnung der endemischen Arten aus grösseren Gattungen werden die Folgerungen bestätigt, welche über die Lage und Absonderung der

spanischen Vegetationscentren von den Monotypen abgeleitet sind. Aber fast nur bei einigen Holzgewächsen genügen bis jetzt die Beobachtungen über den Umfang des Wohngebiets. In gewissen Fällen ist es auch die Zunahme des Artenreichtums einzelner Gattungen und Familien, worin der Charakter der abgesonderten Centren sich ausspricht. Nur im Bereich des katalonisch-südfranzösischen Gebiets habe ich solche unterscheidende Eigenthümlichkeiten nicht aufgefunden. Von den fünf übrigen Bezirken scheinen mir folgende Charakterzüge am meisten sichergestellt :

1. Tafelland. Die Holzgewächse nehmen ab, die meisten (mit Ausnahme von *Colmeiroa*) sind eingewandert. In den Maquis überwiegen die Cisten, aber die Familie der Cistineen ist weniger mannigfaltig, als in Granada. Unter den vorherrschenden Familien nehmen die Gramineen und Scrophularineen (*Linaria*) an Artenreichtum zu, die Synanthereen sind vermindert.

2. Portugal. Ein Empetreenstrauch (*Empetrum album*) hat mit *Drosophyllum* fast dieselbe Verbreitung. Unter den übrigen Holzgewächsen nehmen die Eriken an Menge der Arten und Individuen zu, eine Gattung von dornigen Genisteen (*Ulex*) zählt eine Reihe endemischer Arten, ebenso unter den Stauden *Armeria*. Auch ist hier wahrscheinlich die Heimath der westlichen Korkeiche (*Quercus occidentalis*).

3. Tiefland von Andalusien. Von Holzgewächsen ist ausser mehreren Genisteen (*Bolina*) ein Celastrineenstrauch (*Gymnosporia europaea*) endemisch, eine Eiche (*Quercus Mesto*) verbreitet sich bis Portugal. Fast alle grossen Gattungen nehmen hier an Artenreichtum zu, die vorherrschenden Pflanzengruppen sind in dem Tieflande und den Gebirgsregionen fast die nämlichen, z. B. die Genisteen.

4. Sierra Nevada. Die mitteleuropäische Region besitzt zwei endemische Rosaceensträucher (*Prunus Ramburei* u. *Cotoneaster granatensis*) und einen dornigen Halbstrauch aus der Familie der Cruciferen (*Vella spinosa*). Charakteristisch ist die Zunahme der Genisteen und der Saxifragen (9 Arten).

5. Salzsteppen. Die endemischen Salsoleensträucher sind auf diese Centren beschränkt, manche von ihnen kehren jedoch auch am

Meeresufer wieder. Auch die auf dem Salzboden und der Gypsformation vorherrschenden Halbsträucher sind zum Theil endemisch (*Ononis tridentata*, *Sideritis linearifolia*; bis Nordafrika reichen *Helianthemum squamatum* u. *Artemisia herba alba*).

Lässt sich nun auf diese Weise eine gewisse Reihe von Vegetationscentren in Spanien erkennen, so ist es dagegen nicht zu erklären, weshalb nicht eine noch grössere Anzahl sich gesondert erhalten hat. Die centralen Gebirgsketten erheben sich ebenso isolirt über das Tafelland, wie die Sierra Nevada, und erreichen in der Guadarrama und in der Sierra de Gredos eine alpine Höhe. Dennoch war die Ausbeute an endemischen Pflanzen, die Bourgeau in diesen Gebirgen sammelte, geringfügig und mit dem Reichthum der Sierra Nevada gar nicht zu vergleichen. Auch beruht dieser Unterschied weder auf der grösseren Höhe dieses letzteren Gebirgs, welches gerade in den mittleren Regionen am eigenthümlichsten ist, noch auf der südlicheren Lage, da die Pyrenäen ebenfalls so viel reicher an endemischen Arten sind, als die centralen Ketten. In ähnlicher Weise stehen auch die asturischen Gebirge, wo Durieu über die geringe Anzahl eigenthümlicher Pflanzen und die Entlegenheit ihrer vereinzelt Standorte klagte¹³⁸⁾, dem östlichen Hauptzuge der Pyrenäen bedeutend nach, und selbst das durch seine abgesonderte Lage im äussersten Südwesten der Halbinsel so völlig isolirte Bergsystem von Algarvien ist keineswegs so reich, wie man erwarten sollte. Unregelmässig, wie auf der ganzen Erde, sind also auch in Spanien die Vegetationscentren vertheilt, ohne dass die heutige Beschaffenheit der unorganischen Einflüsse darüber irgend einen Aufschluss giebt.

Der Endemismus des mediterranen Afrikas¹³⁹⁾ wird dadurch unbestimmt, dass der Uebergang zur Flora der Sahara ein allmäliger ist. Zwar bildet der Atlas eine scharfe Gebirgsgrenze, und so wurde auch der Umfang des Gebiets auf denjenigen Raum bezogen, den die Araber mit dem Namen Tell bezeichnen, aber die in Algerien an der Südseite des Gebirgs eingeschaltete Steppe ist eine Landschaft, wo die Pflanzen aus beiden Nachbarklimaten sich vermischen, so dass es ungewiss bleibt, von welchen Centren sie ausgegangen sind. Ich habe daher in meinem Verzeichniss endemischer Arten die Gewächse dieser Gegend möglichst unberücksichtigt gelassen und mich, da

Marokko noch fast ganz unerforscht ist, grösstentheils auf den algerischen Tell und auf den Atlas beschränkt. Von 6 monotypischen Gattungen dieses Gebiets gehören 3 dem Tell (die Cruciferen *Cordylocarpus*, *Psychine* u. *Raffenaldia*), eine dem Atlas an (die Chenopodee *Oreobliton*), die beiden übrigen bewohnen Marokko, von denen die eine (*Nolletia*), ein Synanthereenstrauch, sich östlich bis Oran verbreitet, und die andere (die Sapotee *Argania*) die Wälder an der Küste des atlantischen Meers bildet. Von Holzgewächsen besitzt die Küstenebene mehrere endemische Sträucher, Genisteen und zwei Cisten, wodurch die klimatische Analogie mit Andalusien ausgedrückt wird, sodann zwei Terebinthaceen (*Rhus*), welche, das Meer überschreitend, ausserdem nur noch in Sicilien einheimisch sind. Vom Atlas sind vier eigenthümliche Bäume bekannt geworden, eine Conifere (*Callitris quadrivalvis*), eine Esche (*Fraxinus dimorpha*), eine Terebinthacee (*Pistacia atlantica*) und eine Pyree (*Pyrus longipes*). Unter diesen ist die Conifere, die bis zum marokkanischen Atlas, bis zur Küste von Mogador sich verbreitet, dadurch merkwürdig, dass sie zu einer Gattung gehört, die sonst nur in Australien vertreten ist. Dieses Verhältniss wirft einiges Licht auf diejenigen Erscheinungen der Tertiärflora, woraus man auf ein verschiedenes Alter der heutigen Vegetation und einen hierauf beruhenden Zusammenhang der entlegensten Erdtheile geschlossen hat. Wenn sich in Europa Formen der fernsten Klimate unter den Ueberresten der Vorwelt erhalten haben, so meinte Unger, dass die in der Gegenwart neben einander bestehenden Vegetationsgebiete ihren Charakter der geologischen Periode verdanken, in welcher die daselbst einheimischen Gewächse entstanden seien, dass sich zum Beispiel in Australien erhielt, was in Europa seit der Tertiärzeit zu Grunde ging. Dieser Schluss scheint äusserst gewagt zu sein, wenn man sieht, dass es auch in den Floren der Gegenwart nicht an Vermischungen von Organisationen der fernsten Vegetationscentren fehlt, ohne dass damit eine völlige Identität der Arten verbunden ist. Die nordafrikanische Flora enthält noch ein paar ähnliche Beispiele von Analogieen mit entfernten Gegenden zwar desselben Erdtheils, von denen sie aber durch die grosse Wüste oder noch weitere Räume geographisch geschieden ist. In Algerien ist eine Synanthereengattung (*Othonna*) vertreten, von welcher die übrigen Arten am Kap wachsen. Dies ist

also dasselbe Verhältniss, welches zwischen den westeuropäischen Eriken und denen des Kaplandes oder zwischen *Apteranthes* und den südafrikanischen *Stapelien* besteht. Auch jene dornige *Sapotee*, welche die Argan-Wälder Marokkos bildet, findet ihre nächsten Verwandten erst jenseits der Sahara in den Tropen und ist einer der wenigen Vertreter tropischer Familien an den Grenzen des Mittelmeergebiets, ohne dass an einen genetischen Zusammenhang dabei gedacht werden könnte.

Von den zwischen Spanien und Italien gelegenen Inseln sind die Balearen und Korsika am sichersten als eigene Vegetationscentren anzusehen. Zwar enthält die Flora der Balearen¹⁴⁰⁾ nur wenige eigenthümliche Arten, aber im Verhältniss zu ihrer Grösse ist die Zahl nicht unbeträchtlich zu nennen ($1/_{10}$). Auch sind darunter endemische Sträucher (*Genista lucida*, *Hypericum balearicum*); andere Gewächse, die auch an einzelnen Orten in Spanien wiedergefunden sind, gehören auf Majorka zu den häufigsten (*Buxus balearica*, *Hippocrepis balearica*).

Ueber das Verhältniss von Korsika zu Sardinien ist die oben angeführte Bemerkung nun von einem allgemeineren Gesichtspunkte aufzufassen. Je kleiner die Anzahl endemischer Pflanzen einer Insel ist, je weniger eigenthümlich ihre Organisationen sind, so dass weder Monotypen, noch Holzgewächse oder andere der Migration über das Meer widerstrebende Pflanzen vorkommen und kein bestimmter Typus in der ursprünglichen Flora sich erkennen lässt, desto unsicherer wird die Annahme besonderer Vegetationscentren. Finden sich daselbst einzelne eigenthümliche Arten, so bleibt es unentschieden, ob sie nicht noch an anderen Orten aufgefunden werden, von wo sie eingewandert sein können, oder vielleicht gingen sie auch anderswo zu Grunde und haben sich nur hier erhalten. Wenden wir diese Sätze auf Korsika an, so müssen wir dieser Insel selbständige Centren mit Entschiedenheit zusprechen. Hier begegnet uns die eigenthümliche Erscheinung, dass eine Reihe von winzigen Labiaten mit ausserordentlich kleinen Blattorganen auftritt, von denen mehrere auf die Insel beschränkt sind, andere auch in Sardinien oder auf den Balearen gefunden werden. Aehnliche Gewächse mit Blättern, deren Durchmesser wenige Linien beträgt, kommen noch in drei anderen Familien vor, und hiezu gehören die zwei Monotypen, sowie auch eine

dritte Pflanze in ihrem Bau allein steht (monotypisch sind die Crucifere *Morisia* und die Synantheree *Nananthea*, isolirt steht unter den europäischen Urticeen *Helvina Soleirolii*). Die Tendenz, Organisationen mit kleinen Blättern zu erzeugen, ist also für diese Vegetationscentren charakteristisch. Wiewohl nun jene drei isolirt stehenden Gewächse sich auch nach Sardinien verbreiten, so ist doch die korsikanische Heimath für diese ganze Reihe wahrscheinlich. Hierauf weist der Umstand hin, dass die Labiaten zum Theil auf Korsika beschränkt blieben und kein sicherer Fall bekannt ist, dass Sardinien ähnliche Formen besässe, die nicht auch auf der Nachbarinsel vorkommen. Zu demselben Gesichtspunkte werden wir in Bezug auf die sämmtlichen endemischen, aber beiden Inseln gemeinsamen Pflanzen dadurch geführt, dass die wenigen Sardinien eigenthümlichen Arten ohne besonderen Charakter und den nicht endemischen Gewächsen näher verwandt sind, als dies bei so vielen korsikanischen der Fall ist. Hiernach könnte es überhaupt unberechtigt erscheinen, sardinische Centren anzunehmen, ebenso wie dies von einigen kleineren Inseln gilt, wie von Capraja oder Lampedusa, wo man einzelne eigenthümliche Arten angetroffen hat¹⁴²). Allein, was Sardinien anbetrifft, so scheint die Vergleichung der Holzgewächse doch die entgegengesetzte Ansicht zu unterstützen, die vielleicht durch neue Standorte und durch systematische Forschungen weiter begründet oder auch entkräftet werden kann. Das Inselpaar von Korsika und Sardinien enthält nämlich nur drei endemische Sträucher, eine Rhamnee und zwei Genisten, und von diesen ist keine Art Korsika eigen, sondern eine Art (*Genista corsica*) beiden Inseln gemeinsam, während die beiden andern auf Sardinien beschränkt sind (*G. Morisia* und *Rhamnus salicifolius*).

Italien¹⁴³) ist, wie gesagt, das an endemischen Pflanzen ärmste Land des Mittelmeergebiets. Dies ist nicht bloss aus der centralen Lage der Halbinsel zu erklären. Läge nur dieses Verhältniss zu Grunde, dass die Möglichkeit des Austausches zwischen den verschiedenen Punkten einer kontinentalen Kreisfläche von dem Centrum nach der Peripherie abnimmt, so müsste, abgesehen von der grossen Küstenentwicklung, die in entgegengesetztem Sinne wirkt, innerhalb des klimatischen Gebiets der Mediterranflora die Zahl der endemischen Gewächse in Unteritalien und Sicilien sinken. Auch

lassen sich hier Wanderungen in den verschiedensten Richtungen, Verknüpfungen durch gemeinsame Arten mit Sardinien, Afrika, Griechenland, selbst mit Kreta nachweisen. Allein der Endemismus ist gerade in diesen Theilen Italiens verhältnissmässig stärker, am bedeutendsten in Sicilien ausgeprägt. Die italienischen Centren, welche sich jetzt noch erkennen lassen, vertheilen sich unregelmässig, und die Absonderungen derselben theils durch das Meer, theils durch den Einfluss des Gebirgs sind auch hier bemerklich. In der norditalienischen Ebene und südwärts bis zur Breite von Neapel sind ausserhalb des Apennins keine endemische Pflanzen mit Sicherheit bekannt. Nur einige wenige eigenthümliche Arten hat die Riviera, das Küstenland von Ligurien, geliefert. An diese Centren reiht sich das benachbarte Gebirge des apuanischen Apennin (nördlich von Lucca), welches zwar auch nur wenige endemische Pflanzen besitzt, aber unter diesen das einzige Gewächs, welches man als italienischen Monotyp bezeichnen kann (die Globulariee *Carradoria*). Die Hauptkette des Apennin bewohnt in den Abruzzen, wo die höchsten Erhebungen liegen, eine ebenfalls nur beschränkte Reihe von eigenen, meist alpinen Arten, und ebenso gross etwa ist die Anzahl der endemischen Mediterranpflanzen auf dem Festlande Unteritaliens. Unter diesen ward eine ausgezeichnete Primel (*P. Palinuri*) nur auf dem Vorgebirge von Palinuri (40° N. B.) beobachtet, gerade wie eine der endemischen Pflanzen Liguriens (*Convolvulus sabatius*) nur am Kap Noli wachsen soll. Solche Fälle, die dem Vorkommen der *Wulfenia* in den Alpen entsprechen, gehören zu den wichtigsten Analogieen zwischen den kontinentalen Vegetationscentren und denen der ozeanischen Archipele, und müssen daher der Aufmerksamkeit topographischer Botaniker, um sie sicher festzustellen, ganz besonders empfohlen werden. Von endemischen Holzgewächsen liefert Italien nur wenige, aber ein paar ausgezeichnete Beispiele. Das wichtigste ist die kalabrische Erle (*Alnus cordifolia*), die nach Schouw nur auf den südlichen Theil des Apennins (39—41° N. B.) beschränkt sein soll. Da dieser Baum hier so ausgedehnte Wälder bildet, so kann die beschränkte Ansiedelung desselben in Korsika wohl keinen Zweifel an seiner Heimath auf dem Festlande Italiens begründen. Von dem als eigene Art unterschiedenen Wachholderstrauch des Aetna (*Juniperus hemisphaerica*), der auch auf dem kalabrischen Apennin vor-

kommt, ist es dagegen ungewiss, ob er sich von hier oder von dort verbreitete. Auch eine strauchartige Nelke (*Dianthus rupicola*) ist beiden Abschnitten gemeinsam, zwei Genisten sind nur in Sicilien beobachtet. Die Mehrzahl aller endemischen Pflanzen Italiens gehört Neapel und Sicilien gemeinschaftlich an, und es ist wegen der verhältnissmässig so grossen Armuth des Festlandes wahrscheinlich, dass viele derselben sich von Sicilien aus und nicht in umgekehrter Richtung verbreitet haben. Wie sehr aber auch diese Insel das Festland an eigenthümlichen Erzeugnissen übertrifft, so haben doch die sicilianischen Pflanzen nichts Charakteristisches und vertheilen sich als vereinzelte Arten über die verschiedensten Gattungen. Man kann auch nicht sagen, dass die Gebirge hier vor der warmen Region bevorzugt seien. Indessen ist der Aetna, der nur einige wenige eigenthümliche Pflanzen besitzt, obgleich er so bedeutend viel höher sich erhebt, offenbar ärmer als die Madonie, von denen er aber wenigstens an den oberen Theilen an Fruchtbarkeit und Mannigfaltigkeit des Bodens weit übertroffen wird.

Auf der griechischen Halbinsel und im Archipel lassen sich, soweit die unvollständige Erforschung derselben auch gegen Italien und Spanien zurücksteht, doch bereits vier engere Bezirke und darunter drei schon nach monotypischen Gattungen durch besondere Centren unterscheiden, das illyrisch-dalmatische Küstenland, die inneren und östlichen Gebirgsketten, Griechenland mit den kleinen Inseln und zuletzt Kreta.

1. Das illyrisch-dalmatische Küstenland mit seiner abgesonderten Alpenkette, zu der es sich schroff erhebt, reicht von der Mündung des Isonzo bis nach Albanien, einer botanisch noch fast gar nicht untersuchten Landschaft, wo der Uebergang in die griechische Flora eintreten wird. Dem grössten Theil dieses adriatischen Litorals, von Monfalcone am Meerbusen von Triest bis Ragusa entspricht die Verbreitung der monotypischen Gattung *Petteria*, eines von *Cytisus* abgesonderten Genistenstrauchs (*P. Weldeni*). Auch von mehreren anderen, durch ihren Bau ausgezeichneten dalmatischen Pflanzen ist es wenig wahrscheinlich, dass sie weiter über die Halbinsel verbreitet sind, da das Küstenland nicht mit dem Inneren, sondern mit Griechenland klimatisch verknüpft, dieses aber schon vielfach genau durchforscht ist. Einige dieser Arten wurden in Dalmatien selbst

nur an einzelnen Orten beobachtet, wiewohl sie anderswo nicht leicht hätten übersehen werden können (z. B. *Fibigia triquetra* nur an drei felsigen Standorten in der Gegend von Spalatro). Leichter ist es möglich, dass die endemischen Gebirgspflanzen Dalmatiens künftig auch im Innern aufgefunden werden: von drei Arten, die dem Bokovo, dem höchsten Gipfel der Küstenkette (zwischen Spalatro und der Narentamündung) eigenthümlich zu sein scheinen, ist wenigstens eine kürzlich auch auf dem thessalischen Olymp gesammelt worden (*Euphorbia capitulata*; die beiden anderen sind *Hedraeanthus pumilio* u. *serpyllifolius*).

2. Der osmanische Theil der Halbinsel, so weit er dem Mittelmeergebiet noch angehört, ist geographisch und klimatisch so nahe mit Anatolien verknüpft, dass es voreilig sein würde, die endemischen Arten zusammenzustellen. In Thracien wird diese Verbindung durch das Auftreten eines Traganth-Astragalus (*A. thracicus*) in der Küstenregion ausgedrückt: wiewohl diese Art selbst jenseits des Propontis noch nicht sicher nachgewiesen wurde, so ist sie doch den bithynischen Formen der Gattung nahe verwandt und soll angeblich mit einer in Karien vorkommenden identisch sein. Die Gebirgspflanzen indessen entfernen sich von denen Anatoliens bedeutender, und hier ist ein Zusammenhang weniger wahrscheinlich, oder doch auf seltenere Fälle beschränkt, da der bithynische Olymp, einer der zunächst gelegenen, alpinen Gipfel in seiner Vegetation schon bedeutend abweicht, und da die rumelischen Ketten näher mit den südlichen Karpaten, als mit dem ziemlich genau bekannten Taurus verbunden sind. Eine monotypische Gattung, die diese Verbindung mit den Karpaten ebenso wie die Silberlinde anzeigt, ist die Ericacee *Bruckenthalia*, die für den Scardus und Pindus so charakteristisch ist. Die Gesneriacee *Haberlea* ist wegen ihrer Verwandtschaft mit der pyrenäischen *Ramondia* die merkwürdigste monotypische Gattung der Halbinsel; sie wurde auf dem Rhodope-Gebirge zuerst entdeckt und scheint schon in Macedonien nicht weiter vorzukommen; eine zweite Art ward sodann von Heldreich auf dem thessalischen Olymp aufgefunden. Als ein dritter Monotyp ist endlich eine alpine Umbellifere des Parnass (*Huetia*) anzuführen. Uebrigens sind von der Rhodope, vom Scardus und Pindus oder von den vereinzelt, hohen Gipfeln der Halbinsel weder monotypische Gattungen, noch

eigenthümliche Holzgewächse bis jetzt bekannt geworden, so mannigfaltig auch deren Vegetation mit endemischen Arten ausgestattet ist.

3. Griechenland steht durch die Inseln des ägäischen Meeres ebenfalls mit Anatolien in so naher Verbindung, dass der reiche Austausch der Pflanzen leicht erklärlich ist. Auch sind aus der warmen Region keine Monotypen bekannt und von endemischen Holzgewächsen finde ich auch nur ein unsicheres Beispiel (*Colutea melanoxydon* in Attika). Doch fehlt es nicht an charakteristischen Stauden und Zwiebelgewächsen, und es giebt Fälle, wie in Dalmatien, von sehr beschränktem Vorkommen einzelner Arten (z. B. *Brassica nivea* auf dem Felsen von Akrokorinth). Die jonischen Inseln haben an eigenthümlichen Pflanzen nichts Erhebliches geliefert, aber vom Archipel besitzt man einige Nachrichten aus älterer Zeit, die weiter verfolgt zu werden verdienen. So soll die Insel Amorgos eine endemische Labiate besitzen (*Origanum Tournefortii*), und dies ist eine der Cycladen, die ungefähr in gleichem Abstände von den Küsten Griechenlands und Anatoliens entfernt liegt, so dass, wenn hier Eigenthümliches entstand, sie dieses reicheren Centren gegenüber leichter bewahren konnte, als bei näherer, geographischer Verknüpfung. Denn da die Wanderungen der Pflanzen durch das Meer viel mehr eingeschränkt als erleichtert werden, so verhalten sich Archipele entgegengesetzt, wie das Festland, wo durch eine centrale Lage der Centren ihre Vermischung befördert wird. Da es jedoch hier nur um einzelne Arten sich handelt, die denen der benachbarten Kontinente nahe verwandt sind, so bedürfen die Angaben über ihr Vorkommen weiterer Prüfung, und ich möchte daher auch den einzigen Baum, der bis jetzt mit Sicherheit nur auf gewissen Inseln des ägäischen Meers nachgewiesen ist, jene Conifere, die zum Theil die Wälder auf Tassos bildet (*Juniperus aegaea*), nicht als einen Beweis gelten lassen, dass hier seine ursprüngliche und einzige Heimath sei.

4. Kreta ist als reichstes Feld für endemische Gewächse auch mit einer monotypischen Gattung ausgestattet (der Campanulacee *Petromarula*). Diese Insel hat ferner eigenthümliche Holzgewächse. Sie ist die Heimath eines Baums, der den Ulmen verwandt ist (*Platanus Abelicea*) und einer Gattung angehört, die ausserdem am Kau-

kasus und in Nordamerika vertreten ist. Früher nur von den sphaerischen Gebirgen Kretas bekannt, wurde dieser Baum neuerlich von Unger auch auf Cypern entdeckt. Da derselbe aber hier nur an einem einzigen Punkte der gebirgigen Nordküste bemerkt worden ist, so dürfte die kretensische Heimath nicht zweifelhaft sein, falls die spezifische Verschiedenheit der kaukasischen Art, deren Blätter weit grösser sind, sich bestätigt. Durchaus auf Kreta beschränkt ist eine Reihe von Sträuchern, und hiebei ist es für diese insularen Vegetationscentren bezeichnend, dass sie meist zu Gattungen gehören, deren Arten auf dem Festlande nur aus Stauden oder Halbsträuchern bestehen. Drei von diesen Sträuchern bewohnen das zum Ida sich erhebende Gebirge (*Linum arboreum*, *Ebenus cretica* und *Astragalus creticus*), zwei Synanthereen die wärmeren Gegenden der Insel (*Staeheleina fruticosa* u. *arborescens*). Auch unter den endemischen Stauden Kretas finden sich zahlreiche Arten von fremdartigem Bau, wofür ich nur als Beleg anführen will, dass zwei Umbelliferen als Monotypen beschrieben sind, die man aber gegenwärtig zu anderen Gattungen zurückführen will (*Ormosolenia* zu *Peucedanum*, *Anosmia* zu *Smyrniium*).

Die östlichen Vegetationscentren von Syrien bis zum Pontus und in Anatolien ¹⁴⁵⁾ schon jetzt genauer scheiden zu wollen, ist noch nicht an der Zeit, so sehr auch die klimatische Gliederung des Orients dazu einladet. Zehn monotypische Gattungen, von denen mehrere auch in die Steppen des Inneren verbreitet sind, vertheilen sich so, dass vier den Süden, Syrien und zum Theil auch Cilicien bewohnen, drei der Westküste von Lydien bis Lycien, eine Bithynien und die beiden übrigen der ganzen Halbinsel Anatoliens angehören. Diese Monotypen sind folgende: die Leguminosen *Cytisopsis* (Syrien bis Cilicien) und *Chronanthus* (Westküste); die Cruciferen *Andreoskia* (Anatolien) und *Boreava* (Anatolien); die Umbelliferen *Microscidium* (Westküste) und *Astoma* (Syrien); die Scrophularineen *Janthe* (Bithynien—Bosporus); die Labiate *Dorystachys* (Lycien); die Synanthereen *Stechmannia* (Syrien) und *Gundelia* (Syrien, Cilicien—Persien). Bestimmter ist die klimatische Gliederung der drei Küsten und ihrer Gebirgsketten durch die endemischen Holzgewächse ausgedrückt, unter denen 5 Arten von Bäumen enthalten sind. Von diesen bewohnen eine Eiche und eine Esche das syrisch-cilicische Küsten-

land (*Quercus Libani* u. *Fraxinus syriaca*), der Storaxbaum einige Vorberge des südwestlichen Taurus (*Liquidambar orientale*, im Niveau von 2000 Fuss), zwei Arten von Mandelbäumen sind bis jetzt nur in Phrygien bemerkt worden (*Amygdalus orientalis* u. *salicifolia*). Auf das pontische Gebirge bis zum westlichen Kaukasus ist eine Varietät der Edeltanne beschränkt, welche die oberen Waldregionen begleitet (*Pinus Picea* var. *Nordmanniana*, — 6000 Fuss). Unter den endemischen Sträuchern berücksichtige ich nur die leicht erkennbaren Arten, deren Verbreitungsbezirk dadurch sicherer verbürgt erscheint. Auch sie gewähren Anhaltspunkte für die Unterscheidung der syrisch-cilicischen, jonischen und pontischen Vegetationscentren. Zu der ersten Gruppe gehören 3 Leguminosen (*Psoralea Jaubertiana*, *Coletea cilicica*, *Cytisopsis dorycnifolia*), 1 Ampelidee (*Cissus orientalis* in Cilicien), 2 Caprifoliaceen (*Lonicera nummularifolia* u. *viscidula*). Auf das jonische Gebirge des Tmolus beschränkt sich das Vorkommen des schon genannten monotypischen, von *Cytisus* abgesonderten Strauchs (*Chronanthus orientalis*), und von hieraus folgt dem Zuge des südlichen Taurus bis Cilicien eine Rosacee (*Amelanchier parviflora*). Auf dem pontischen Gebirge wurde von Balansa ein immergrüner Strauch entdeckt, der durch seine Belaubung so auffallend ist, dass, wenn derselbe weiter verbreitet wäre, man ihn schwerlich würde übersehen haben (*Phillyrea Vilmoriniana*). Zu den hervorstechenden Eigenthümlichkeiten der Tauruslandschaften und Syriens gehört ferner die Erscheinung, dass verschiedene Gattungen anderer Floren und in einigen Fällen selbst ferner Erdtheile hier durch einzelne Arten vertreten sind, die der Gesamtvegetation als fremdartige Glieder gegenüberstehen. Grossentheils sind dies Steppenpflanzen (z. B. *Cousinia*), bei denen eine klimatische Erklärung nahe liegt, aber auch hier hat es doch etwas Auffallendes, wenn eine Gattung sich von dem Steppengebiet bis zu den syrisch-anatolischen Küsten nicht ununterbrochen ausdehnt, sondern in den Nachbarländern fehlt und erst in entfernteren Meridianen wiederkehrt (*Polylophium* und *Arthrolepis* in Persien). Indessen ist es möglich, dass solche Lücken nur von mangelhafter Sachkenntniss herrühren und in der Folge verschwinden werden. Dies ist aber nicht denkbar, wo weder ein klimatischer noch ein geographischer Zusammenhang besteht. Nur das Gesetz der systematischen Verwandtschaft benach-

barter Vegetationscentren kann dazu dienen, gewisse Fälle dieser Art einigermaßen aufzuklären. Bei einigen tropischen Gattungen, die hier vertreten sind, ist zu erinnern, dass sie einheimischen nahe stehen (am nächsten verbunden sind *Cissus orientalis* und *Vitis*, *Anthistiria brachyantha*, ebenfalls cilicisch, und *Andropogon* schon entfernter, in noch weiterem Abstände die Rafflesiaceen *Pilostylis* und *Cytinus*). Bei der Beziehung der Platane und des Storaxbaums (*Platanus* u. *Liquidambar*) zu der nordamerikanischen Flora, wovon schon früher die Rede war, kann man nur an eine gewisse Analogie des Klimas denken. Und hieran reiht sich auch die monotypische *Gundekia*, der einzige Vertreter der Gruppe der Vernoniaceen, der in der alten Welt die gemässigte Zone bewohnt, während die verwandte tropische Gattung *Vernonia* ebenfalls Nordamerika erreicht. Das merkwürdigste Beispiel solcher systematischer Verknüpfungen mit fernen Ländern lieferte endlich die Entdeckung eines Pelargonium auf den Gebirgen Ciliciens und des nördlichen Syriens (*Pelargonium Endlicherianum*), ohne dass irgend eine andere geographische Beziehung zu den zahlreichen Arten dieser Gattung im Kaplande nachzuweisen wäre, als dass sie auch in Abessinien spärlich vertreten ist. Hier zeigt sich uns aufs Neue, wie im systematischen Charakter der Vegetationscentren das eigentlich Bestimmende uns fast immer verborgen bleibt.

Ueberblicken wir nun das Gesamtergebniss der Untersuchung über die Vertheilung der Vegetationscentren, so erkennen wir, dass diejenigen Inseln, welche eigenthümliche Erzeugnisse hervorgebracht haben, reicher an endemischen Arten sind, als gleich grosse Räumlichkeiten des Kontinents. Aber gerade entgegengesetzt verhält sich die Gesamtzahl ihrer vegetabilischen Produkte. Die Kataloge der Inseln, welche alle beobachteten Pflanzenarten aufzählen, sind bei gleich günstigem Boden und Klima allemal ärmer, als die Verzeichnisse, welche sich auf Abschnitte des Festlands von entsprechender Grösse beziehen. Auf der Insel Cypern fehlen viele allgemein verbreitete Mediterrangewächse, wie dies namentlich schon in Bezug auf die einförmige Bildung der dortigen Maquis bemerkt wurde. Zu ähnlichen Betrachtungen fand sich der englische Botaniker Prior veranlasst, als er Dalmatien und Sicilien nach einander bereiste¹⁴⁶⁾ und ihm jenes Festland eine weit ergiebigere Ausbeute

bot, als die Insel. Hierin ist, wie bereits bemerkt wurde, die Wirkung der Pflanzenwanderungen nicht zu verkennen: denn da die Flora jedes einzelnen, eng begrenzten Bezirks nur zum kleinsten Theil aus endemischen Arten besteht und die Gegenwart der übrigen auf dem wechselseitigen Austausch verschiedener Vegetationscentren beruht, so kann ein Punkt des Kontinents sich von mehreren Seiten aus bereichert haben, während eine Insel ihre angesiedelten Gewächse vielleicht nur von einer einzigen Küste aus empfing. Je weiter sie vom Festlande entfernt liegt, desto mehr ist die Einwanderung erschwert. Sicilien ist nun zwar keine entlegene Insel, aber doch geographisch viel ungünstiger gestellt, als Dalmatien. Auch in dieser Beziehung sind die Gebirgsgipfel mit Inseln zu vergleichen. Prior fand die alpine Region des Apennin ebenso wenig ergiebig, wie dies vom Aetna längst bekannt war. Der Reisende hatte Gelegenheit, binnen kurzer Zeit den Matese nördlich von Neapel mit dem Biokovo in Dalmatien vergleichen zu können und erstaunte über den Gegensatz des Pflanzenreichthums, während Gebirgsart, Bergform und Klima allerdings eine entschiedene Uebereinstimmung sollten erwarten lassen. Aber der Apennin hat nur mit den piemontesischen Alpen einen unmittelbaren Zusammenhang, so dass in dieser Richtung allein der Austausch alpiner Gewächse durch Ausstreung des Samens leicht erfolgen kann und in jeder anderen gehemmt ist, wogegen die dalmatische Küstenkette mit den Bergsystemen Bosniens und der ganzen griechischen Halbinsel in Verbindung steht:

Auf dem Festlande ist die Vermischung der Vegetationscentren nach geographischen und klimatischen Bedingungen so leicht und einfach zu erkennen, dass nur einige schwierigere Fälle näher zu untersuchen sind, bei denen man den Zweifel aufwerfen kann, ob eine Wanderung möglich war. Auf klimatischen Analogieen beruht es, dass auch über die Grenzen des Gebiets hinaus die südliche Vegetation gewisse Arten im Westen bis zu höheren Breiten entsendet, deren Anzahl allmählig abnimmt, je weiter man nach Norden geht, und dass in Ungarn¹⁴⁷⁾, gegen das schwarze Meer hin und im Orient ein ähnlicher Austausch bemerklicher ist, als in Deutschland, wo an die Alpen ein Tafelland sich anschliesst, auf welchem die in die italienischen Thäler und in das Rhonegebiet eindringenden Pflanzen

nicht mehr gedeihen können. So ist es auch der grössere klimatische Gegensatz, wodurch die *Mediterranflora* von der Sahara schärfer abge sondert wird, als von den Wäldern und Steppen Europas und Asiens, wo die physischen Bedingungen sich allmäliger abstufen. Innerhalb des Gebiets aber treten die Einflüsse der geographischen Lage, die mechanischen Hindernisse der Pflanzenwanderung deutlicher hervor. Je geringer der Abstand von zwei gegenüberliegenden Küsten ist, je vollständiger die Gebirgskämme kettenförmig zusammenhängen, desto grösser wird die Zahl gemeinsamer Pflanzen. Hiefür kann die gleichartige Vegetation zum Beleg dienen, welche die gegenüberliegenden Küsten an den Strassen von Gibraltar und Messina oder Thracien und Bithynien verbindet, und ebenso ist die Uebereinstimmung der Gebirgspflanzen des Scardus und Pindus grösser, als zwischen den Ketten des Inneren und dem vereinzelt Gipfel des Athos. Wenn man diese Verhältnisse erwägt, ist man keineswegs, wie aus dem Vorkommen der Affen auf dem Felsen von Gibraltar geschlossen ward, zu der Folgerung genöthigt, da, wo jetzt das Meer zwei Kontinente trennt, ehemalige Landverbindungen anzunehmen. Denn auch zwischen Sicilien und Nordafrika bestehen ähnliche Verknüpfungen der Flora¹⁴⁸⁾, sogar von Holzgewächsen; nur sind sie weniger zahlreich. Die Affen mögen leicht durch den Menschen verpflanzt sein, zu den Zeiten, als beide Küsten von demselben Volke bewohnt waren, aber die Samen der meisten Gewächse können, von Vögeln, vom Winde oder von Strömungen getragen, über das Meer gelangen; nur durch die ungleiche Dauer ihrer Keimfähigkeit werden ihre Ansiedelungen beschränkt. Allein solche Gebirgspflanzen, die klimatisch an die höchsten, alpinen Gipfel gebunden sind, nöthigen, eine Wanderung des Samens durch die Atmosphäre anzunehmen, auch wenn der Abstand dieser Gipfel gering ist, aber die Pässe, die sie trennen, die erforderliche Höhe nicht erreichen. Geologische Hypothesen, welche mögliche Aenderungen des Niveaus oder auch des Klimas in Bereitschaft haben, um die Lücken der Verbreitung auszufüllen, sind leicht gefunden, aber da Bewegungen, die in der Vorzeit stattgefunden, der Beobachtung entzogen sind, so ist es nicht die Aufgabe, zu zeigen, wie sie überhaupt zu Stande kommen konnten, sondern es ist zu untersuchen, ob die gegenwärtig die Natur beherrschenden Kräfte dazu genügen und sich

also gleichartige Erscheinungen täglich wiederholen können. Dieser Forderung ist schon bis zu einem gewissen Grade genügt, wenn nachgewiesen wird, dass die Verbreitung der Pflanzen über das Meer und durch die Luft von dem geographischen Abstände abhängt, womit die Schwierigkeit, die Fortpflanzung der Individuen und ihre Ansiedelung zu sichern, gleichmässig wachsen muss. Ist auf diese Weise die Theorie der Vegetationscentren und ihrer Vermischung erst ausgebildet, so wird es auch in der Folge nicht an umfassenderen Beobachtungen fehlen, wie durch die Strömungen des Meers und der Atmosphäre oder durch die Bewegungen der Thierwelt Erfolge, wie sie die Vorzeit uns hinterliess, wirklich zu Stande kommen.

Die Verknüpfung der Flora des spanischen Tafellandes mit den russischen und anatolischen Steppen¹⁴⁹⁾ durch eine Reihe von identischen Pflanzenarten ist eine Erscheinung, welche ebenso, wie die Wiederkehr arktischer Gewächse in den Alpen, den Vorstellungen von der Einheit der Vegetationscentren als widerstrebend betrachtet werden könnte. Geht man indessen auf die einzelnen Arten ein, von denen ich doch nur etwa dreissig zähle, die als charakteristische Steppenpflanzen in den Zwischenländern kein passendes Klima finden, so wird auch hier der Austausch wohl begreiflich, selbst wenn zur Uebertragung des Samens keine andere Bewegungen, als die der Atmosphäre sollten mitgewirkt haben. Zuerst ist hervorzuheben, dass diese Gewächse grösstentheils einjährig sind und zahlreiche, winzige Samen erzeugen, die, wie Staubkörner, von heftigen Winden über weite Strecken hin getragen werden können. Die Länge einer solchen atmosphärischen Verbindungsbahn von Südrussland bis Spanien ist etwa so gross, wie von den Alpen bis zum Dovrefjeld in Norwegen. Aber als einjährige und leicht sich vervielfältigende Pflanzen, die viel mehr vom Klima, als vom Boden abhängen, gedeihen sie meist auch auf den Getraidefeldern und können also auch mit der Saat verpflanzt sein. Sodann spricht für die Wanderung dieser Gewächse, dass mehr als die Hälfte derselben den von jener Verbindungsbahn berührten Ländern nicht durchaus fehlen, sondern sich da finden, wo sie hier oder dort je nach ihren verschiedenartigen, klimatischen Bedingungen sich anzusiedeln vermochten: so wachsen 6 auch in Griechenland, 2 in Thracien, 4 in Ungarn und

4 in Südfrankreich, einige von ihnen auch in mehreren dieser Zwischenländer zugleich. Hiedurch wird also ein allmäliger Uebergang zu der so viel grösseren Reihe von Arten hergestellt, die, indem sie auch in Italien gedeihen können, nicht bloss Spanien und die östlichen Steppen, sondern auch das ganze Mittelmeergebiet bewohnen. Endlich stehen den einjährigen Pflanzen nur sieben mehrjährige gegenüber, von denen in drei Fällen entweder die Identität oder die Selbständigkeit der Art zweifelhaft ist und eine vierte (*Orobancha cernua*) als Parasit die Artemisien begleitet (unter anderen auch eine Art, die den Steppen nicht eigen ist, so dass ihr Vorkommen vielleicht noch nicht vollständig bekannt wurde): die drei übrigen fehlen auch den Zwischenländern nicht ganz.

Diese Erörterungen finden keine Anwendung auf einige Gewächse, die nicht den Steppen, sondern anderen Gegenden Spaniens angehören und doch ebenso, wie jene, erst in entlegenen Ländern des Orients wieder angetroffen werden. Dies wurde schon von dem spanischen Wachholderbaum (*Juniperus thurifera*) erwähnt, dessen Wälder zwar Sardinien und den Atlas erreichen, dann aber erst am Taurus wieder auftreten. Hieher gehören ferner das pontische Rhododendron (*Rhododendron ponticum*), welches an der spanischen Südküste wiederkehrt, und eine Rosacee (*Geum heterocarpum*), die bis jetzt nur in der oberen Gebirgsregion Granadas und Murcias, dann erst wieder auf dem persischen Elborus bemerkt wurde. Im letzteren Falle mögen verknüpfende Standorte noch unbekannt sein, auf die Lücken in dem Wohngebiet der Nadelhölzer werden wir sogleich ausführlicher einzugehen haben; von dem immergrünen und geselligen Rhododendron aber, einem Strauch, der im Osten eine weite Verbreitung vom Kaukasus bis Bithynien und Syrien hat und im westlichen Andalusien nur auf einen schmalen Küstenstreifen beschränkt ist, möchte man, da er die Gärten ziert, eine Verpflanzung durch die Araber für wahrscheinlicher halten.

Solche Vermuthungen indessen würden ganz unstatthaft sein, wenn man sie auch auf die Verbreitung der Cederwälder und anderer Coniferen ausdehnen wollte, deren einzelne Wohngebiete durch weite Zwischenräume getrennt sind. Die Ceder des Libanon (Linné's *Pinus Cedrus*), die auf diesem Gebirge fast ausgerottet schien, von der man aber kürzlich daselbst wieder grössere Bestände aufgefunden

hat, wurde zuerst auf dem anatolischen Taurus als weit verbreiteter Waldbaum nachgewiesen. Die Deodara-Ceder (*P. Deodara Roxb.*), die zu den schönsten und allgemein vorkommenden Coniferen des Himalaja gehört, unterscheidet sich im Wuchse erheblich; sie besitzt nicht die schirmähnliche Anordnung der Zweige, wodurch die gedrängten Nadeln der Libanonceder zu einer ebenen Fläche sich ausbreiten und die ganze Krone oben, wie eine grüne Tafel, abgeplattet erscheint. Als später die Ceder des Atlas entdeckt wurde, wo die oberen Gebirgswälder in der Provinz Constantine fast ausschliesslich aus derselben gebildet werden, hat Endlicher auch diese afrikanische Conifere, von welcher er nur junge Schösslinge kannte, als eine besondere Art aufgefasst (*P. atlantica*). Allein sichere Unterschiede sind nicht vorhanden, und, wenn auch bei der Kultur der abweichende Wuchs der Deodara-Ceder beständig bleibt und in allen drei Fällen von klimatischen Varietäten die Rede sein kann, deren Eigenthümlichkeit durch den Einfluss fremder Lebensbedingungen nicht sofort verloren geht, so ist doch die Identität der Art unzweifelhaft. Diese Ansicht theilen die ersten Botaniker Englands, wo die Cedern des Libanon und des Himalaja häufig in den Parkanlagen gezogen werden. Bei der Vergleichung der Ceder des Atlas mit der des Taurus kam Cosson¹⁵⁰⁾ zu dem nämlichen Ergebniss und fand, dass bei der ersteren nur die Nadeln gewöhnlich weniger lang wären. Zwischen dem Atlas und Taurus, zwischem dem Libanon und dem Himalaja hat man nirgends die Ceder angetroffen. Der geographische Abstand ist im ersteren Falle auf wenigstens 300, im letzteren auf über 500 g. Meilen anzuschlagen. Ist die Identität der Art sichergestellt, so fordert die Einheit der Vegetationscentren auch hier einen gemeinsamen Ursprung, aber es ist schwierig einzusehen, welche Hülfsmittel der Ceder zu Gebote standen, eine Wanderung über so weite Strecken zu vollenden. Für die Lösung dieses Problems ist schon Einiges geleistet, wenn analoge Fälle von andern Gebirgsbäumen nachgewiesen werden können, und in der That steht die Ceder unter den Coniferen des Mittelmeergebiets nicht allein. Ein zweites Beispiel hat sich neuerlich aus den Untersuchungen Hooker's¹⁵¹⁾ über eine Kiefer des Himalaja ergeben, die daselbst ebenfalls allgemein verbreitet ist und westwärts die Gebirge Afghanistan erreicht (*Pinus excelsa*). Auf dem Peristeri, einem hohen

Berge Macedoniens, fand ich die Waldregion zum Theil aus einer Conifere gebildet, die übrigens in Europa unbekannt war, und die ich von der ähnlichen Zirbelnusskiefer (*P. Cembra*) als eine eigenthümliche Art unterschied (*P. Peuce*). Viel später erst sind die reifen Zapfen dieses Baums bekannt geworden, nach deren Vergleichung ihn Hooker mit jener Himalaja-Kiefer für identisch erklärte. Da eine Conifere dieser Art auf dem weiten Raume zwischen dem Peristeri bei Bitolia und Afghanistan nirgends beobachtet worden ist, so meinte Hooker, dass die Herkunft desselben eins der merkwürdigsten Probleme enthalte. Manche könnten versucht sein, an eine Anpflanzung der nordamerikanischen Weimuthskiefer (*P. Strobus*) auf dem macedonischen Berge zu denken, da diese Art der des Himalaja sehr nahe steht, allein diese Vorstellung wird schon durch das örtliche Vorkommen und dadurch ausgeschlossen, dass die meisten Individuen der Peuce-Kiefer strauchartig bleiben und in dieser Form auch über die tiefer gelegenen, mit Wachholdergebüsch bedeckten Abhänge des Bergs sich weit hinab erstrecken. Ferner wurde die Ansicht geäußert, dass die macedonische Kiefer sich als eigene Art werde behaupten lassen, allein nach sorgfältiger Vergleichung der reifen Zapfen vom Himalaja und vom Peristeri muss ich der Auffassung Hooker's durchaus beitreten. Es ist offenbar eine der Verbreitung der Cederwälder gleichartige Erscheinung, die sich dann endlich auch noch, wie früherhin erwähnt wurde, bei dem asiatischen Wachholderbaum (*Juniperus foetidissima*) wiederholt, von dem ebenfalls zwischen dem Taurus und Himalaja keine verknüpfenden Standorte bekannt sind, und auf dessen Verbreitung in den Gebirgen des Steppengebiets wir an einem anderen Orte zurückkommen werden. Auch ist die Lücke, welche die Wälder des spanischen Wachholderbaums von dem cilicischen Taurus trennt, in ähnlichem Sinne aufzufassen. In diesem letzteren Falle kann man nicht erwarten, dass dieselbe durch die Entdeckung von neuen Fundorten in Italien oder Griechenland künftig sollte ausgefüllt werden, was in Asien bei den übrigen Coniferen doch leicht möglich wäre, wenn man bedenkt, dass selbst die Ceder erst neuerlich auf dem Taurus aufgefunden wurde, wo sie doch grosse Wälder bildet, und dass daher weniger auffällige Bäume, wie die Himalaja-Kiefer, leicht noch auf anderen Gebirgen Anatioliens und Persiens verborgen sein möchten. Ferner könnte man ein

Gewicht darauf legen, wie sehr die Wälder sowohl in Südeuropa als in Vorderasien gelichtet und verwüstet sind, so dass diese Nadelhölzer in den zwischenliegenden Ländern, wo sie gegenwärtig vermisst werden, ehemals vorhanden gewesen sein könnten. Dadurch würde auch die Schwierigkeit beseitigt, dass der Hindukusch, der die einzige Verbindungsbahn zwischen dem Himalaja und dem persischen Elborus bildet, in seinem westlichen Theile gegenwärtig ganz waldlos sein soll. Allein immer würden doch die durch das ganze Mittelmeer vom Orient abgesonderten Ceder- und Wachholderwälder des Atlas und Spaniens als eine räthselhafte Erscheinung übrig bleiben, als eine geographische Thatsache, die uns nöthigt, entweder Ausnahmen von der Einheit der Vegetationscentren zuzulassen, oder eine atmosphärische Verbindungsbahn anzunehmen. Nicht leicht entschliesst man sich indessen zu der Vorstellung, dass durch Mitwirkung von Sturmwinden oder Vögeln keimfähige Samen den weiten Raum zwischen dem Atlas und Taurus überschreiten konnten, wo keine Gebirge einen Ruhepunkt bilden, auf denen sie sich hätten entwickeln können. Nur der Aetna und der Taygetus erheben sich zu geeigneter Höhe, um eine solche atmosphärische Bahn zu erreichen, und haben doch wohl schwerlich jemals Cederwälder besessen, deren etwaige Reliquien aufzusuchen freilich auch nicht unternommen ist. Zu Gunsten einer historischen Wanderung dieser Coniferen lässt sich anführen, dass der Samen von Holzgewächsen seine Keimkraft in vielen Fällen lange bewahrt, dass derselbe bei der Ceder grosse Flügelanhänge besitzt, die im Winde wie ein Segel getrieben werden, und dass die Vögel, denen die Beeren des Wachholderbaums zur Nahrung dienen, dessen wohlerhaltene Keime beherbergen und zu weit entlegenen Orten, wohin ihre Wanderung sie führt, verpflanzen können. Eine Grenze, bis zu welchen Entfernungen solche Wirkungen möglich sind, ist gar nicht anzugeben, und da man weiss, in wie kurzer Zeit Zugvögel oder Brieftauben Hunderte von Meilen zurtücklegen, oder über wie weite Räume Meteorstaub und vulkanische Aschen vom Winde getragen werden, so hat man eigentlich keinen Grund, die Lücken des natürlichen Wohngebiets, wie gross sie auch sein mögen, mit dem einheitlichen Ursprunge eines Gewächses als unvereinbar anzusehen. Dass der geographische Abstand in der Sonderung der Pflanzen eine so bedeutende Rolle spielt

und grosse Lücken des Verbreitungsbezirks nur bei so wenigen Arten vorkommen, liegt nicht daran, dass es dem Samen an Beweglichkeit fehlt, sondern ist eine Folge der Schwierigkeiten, die der Ansiedelung an entfernten Standorten entgegenstehen, wo es nur selten unter den günstigsten Umständen gelingen kann, die daselbst bereits vorhandenen Gewächse von dem Schauplatze ihres Lebens zu verdrängen. Unter diesem Gesichtspunkte sind die Zweifel, welche gegen die Migrationen durch die Atmosphäre oder über das Meer aufgeworfen worden sind, nicht gerechtfertigt. Sie stützen sich fast nur auf negative Beobachtungen¹⁵²⁾, dass man aus der Luft keine Samenkörner niederfallen sehe, dass der Austausch für gewisse Arten selbst durch schmale Meeresarme dauernd gehemmt sei. Eine einzige, positive Thatsache wiegt schwerer, sie widerlegt jede Verneinung, die nur auf die Seltenheit der Gelegenheiten zu wirklichen Beobachtungen sich stützen kann. Neben den Nachweisungen über die Mitwirkung der Zugvögel bei der Verpflanzung der Gewächse in entfernte Gegenden möchte ich daher ein grosses Gewicht auf eine noch nicht veröffentlichte Beobachtung Berthelot's¹⁵³⁾ legen, welche beweist, wie weit keimfähiger Samen durch den Wind bewegt werden und an neuen Standorten zur Entwicklung gelangen kann. Auf den kanarischen Inseln, deren Flora ihm so genau bekannt war, sah dieser Reisende unmittelbar nach einem heftigen Orkan eine einjährige Synantheree (*Erigeron ambiguus*), die in der Mediterranflora allgemein verbreitet ist, plötzlich an den verschiedensten Standorten keimen und dauernden Besitz vom Boden ergreifen. Zahlreiche Samen dieser Pflanze, die vermöge ihrer Haarkrone in der Luft schweben, waren demnach durch ein ungewöhnliches Naturereigniss den Inseln aus Afrika oder von Portugal mit einem Male zugeführt worden.

Von den mannigfachen Ansiedelungen aus fernen Ländern, durch welche die Mittelmeerflora im Laufe der Jahrhunderte verändert worden ist, sind diejenigen bereits angeführt worden, welche auf die Physiognomie der Landschaft einen bedeutenderen Einfluss haben. In einigen dieser Fälle, wo die Verpflanzung sich auf einzelne Abschnitte der Mediterranflora beschränkte, sprechen sich in diesem Verhältnisse die klimatischen Beziehungen zu dem Heimathlande aus, oder es liegt ihnen auch nur der engere Wechselverkehr

zwischen den Kolonien und ihrem Mutterlande zu Grunde. So weisen in Portugal zwei immergrüne Laubbölzer auf die atlantischen Archipele (*Persea indica* u. *Prunus lusitanica*), eine besondere Cyresse (*Cupressus glauca*) auf die Seeverbindungen mit Goa. In die Reihe der durch Kultur angesiedelten Pflanzen gehören auch einige Sumpfgewächse¹⁵⁴), welche die Reisfelder in Oberitalien begleiten, und die, meist aus den Tropen abstammend, nicht selten irrthümlich für endemisch gehalten worden sind. Wo aber die Ansiedelungen nicht auf die Mitwirkung des Menschen, sondern auf physische Ursachen zurückzuführen sind, zeigt sich der Einfluss der äusseren Lebensbedingungen zuweilen auf überraschende Weise. Zu den merkwürdigsten Beispielen dieser Art gehört das Vorkommen von zwei tropischen Gewächsen, einem Cyperus und einem Farnkraut, an den Fumarolen der Insel Ischia unweit Neapel¹⁵⁵) (*Cyperus polystachyus* u. *Pteris longifolia*). Hier haben sie sich nur in Folge hoher Bodenwärme eingefunden und werden durch die dauernde vulkanische Thätigkeit zurückgehalten: denn sie wachsen mitten im aufsteigenden Wasserdampfe, so dass man die Hand an der erhitzten Erdkrume zu verbrennen Gefahr läuft, wenn man ihre Wurzeln ausgräbt. In den botanischen Garten von Neapel versetzt, ertrugen sie den neapolitanischen Winter nicht: an den Fumarolen von Ischia ist natürlich die Wärme der Luft, von der sie umgeben sind, eine konstante und beträgt nach Parlatore 24 ° R. Schouw, der dieses sonderbare Vorkommen untersuchte und der sonst immer die Einheit der Vegetationscentren zu bestreiten pflegt, hat in diesem Falle doch auch eine Einwanderung angenommen, weil, wie er bemerkt, das Farnkraut Ischias auch bis nach Sicilien, der Cyperus bis Nordafrika von den Tropen aus verbreitet sei. Er begeht die Inkonsequenz, dass er in anderen Fällen, z. B. bei dem Austausch zwischen den Floren von Schottland und Norwegen die Wanderung der Pflanzen, die beiden Ländern gemeinsam sind, nicht zugeben will. hier aber, wo doch auch ein weites Meer die nächsten Standorte trennt, jene Bewegungen als wirksam gelten lässt, durch welche die Samenkörner aus ihrer Heimath in die Ferne geführt wurden. Er hat indessen keinen Versuch gemacht, die Grenzen anzugeben, bis zu welchen nach seiner Meinung Wanderungen allein möglich sein sollten, und es ist nicht abzusehen, weshalb ein Samen nicht ebenso leicht von

Norwegen nach Schottland, als von Tunis nach Ischia gelangen sollte. Das Eigenthümliche der Erscheinung auf Ischia besteht nur darin, dass solche Bewegungen im Laufe der Zeit unendlich vielfältigt gedacht werden müssen, um zu begreifen, dass in so weiter Entfernung auch ein so einsamer Standort, wie ihn eine heisse Quelle bietet, und wo sie doch allein ein Ergebniss haben konnten, ihren Wirkungen nicht entgangen ist.

IV.

Steppengebiet.

Klima. Die westliche Kultur Europas wird von der östlichen Chinas und Indiens durch das weite Gebiet der Steppen abgesondert, und hierin liegt der Grund, dass beide sich selten in der Geschichte berührt haben und eigenartig entfalten konnten. Von den Donaumündungen am schwarzen Meere bis zu den Zuflüssen des Amur, von der mittleren Wolga (53^o N. B.) bis zur Küste des arabischen Meers in Beludschistan (26^o) und bis zum indischen Hauptkamm des Himalaja erstrecken sich über die am tiefsten eingesenkten und am höchsten gehobenen Flächen der Erde durch ganz Vorder- und Centralasien die Steppen mit ihrem einförmigen und doch mannigfaltig gegliederten Vegetationscharakter, mit ihren nomadisirenden Hirtenvölkern, die nur da zu städtischer Gemeinschaft und zu selbständiger Staatenbildung von den frühesten Zeiten an sich entwickelten, wo fließendes Gebirgswasser dem Ackerbau zur Stütze diene. Nach seinem Einflusse auf das Pflanzenleben beurtheilt, ist das Klima nicht viel günstiger, als das arktische, obgleich, der geographischen Lage entsprechend, eine viel nähere Verwandtschaft es mit den gesegneten Ländern am Mittelmeer verbindet. Ein regenloser, heisser Sommer ist beiden Gebieten gemeinsam, aber da das kontinentale Klima mit dem erweiterten Abstände vom atlantischen Meere in östlicher Richtung immer stärker ausgebildet wird, so gehen mit dem wachsenden Gegensatze der Jahreszeiten die Vortheile des südlichen Himmels verloren. Durch die Strenge und Dauer des Winters wird die Vegetationszeit des Frühlings verkürzt, die herbstliche kaum wieder aufgenommen, und das Zeitmass der Entwicklung, wie im

hohen Norden, auf höchstens drei Monate eingeschränkt. Auf einem Raume, dessen Umfang man auf beinahe 300000 Quadratmeilen schätzen kann, und der daher mehr als den dritten Theil von ganz Asien umfasst, finden wir diesen einförmigen Wechsel von drei Jahreszeiten, von denen fast nur der kurze Frühling dem Pflanzenleben zu seiner Entfaltung zu Gebote steht, indem an den regenlosen Sommer sich fast unmittelbar die Schneefälle des Winters anschliessen. Nur eine besondere, der Dürre des Klimas angepasste Organisation vermag bei gewissen Pflanzenformen die Entwicklungsperiode zu verlängern. Und da bei den übrigen die Kürze der Vegetationszeit nur auf dem Mangel der Bewässerung beruht, so sind mit den Flüssen und Gebirgen, die auch dem Sommer Feuchtigkeit gewähren, sofort weit vortheilhaftere Bedingungen für menschliche Kultur geboten.

Dass auf Meridianen, welche von der Kirgisensteppe bis zur Küste des indisch-arabischen Meers sich über 27 Breitengrade erstrecken, Klima und Vegetation in so hohem Grade übereinstimmen, hat seinen allgemeinen Grund darin, dass der Unterschied der Polhöhe durch die Erhebung des Bodens zu den asiatischen Hochländern bis zu einem gewissen Masse ausgeglichen und dadurch die Wirkung der Sonne im Süden geschwächt wird, freilich nicht in gleichem Grade, wie auf den Gebirgen, deren Wärme in vertikaler Richtung rascher abnimmt, als auf ebenen Grundflächen von verschiedenem Niveau. Die Depression des kaspischen Meers liegt 80 Fuss unter dem Spiegel des Oceans¹⁾. Die südlichen Höheebenen, die, durch Gebirgsketten gegliedert, sich ununterbrochen von Kleinasien bis zur Gobisteppe erstrecken, heben sich von 3000 bis 6000 Fuss²⁾ und erreichen in den höchsten Bodenschwellungen Centralasiens das beispiellose Niveau von mehr als 16000 Fuss³⁾. Zu den kontinentalen Gegensätzen der Erwärmung gesellt sich als zweites klimatisches Moment eine ungemein trockene Atmosphäre. Hier empfängt das nördliche Tiefland die äquatorialen Luftströmungen, die sonst Feuchtigkeit und Regen spenden würden, aus der afrikanischen Wüste und aus den vorderasiatischen Hochflächen, nachdem sie auf diesem weiten Wege über zwei Kontinente ihren Wasserdampf grösstentheils verloren haben. Das den Hochebenen selbst eigenthümliche Klima kann man nirgends vollständiger als hier nach seinen verschiedenartigen Bedingungen kennen lernen. Die Trockenheit desselben ist,

vom allgemeinsten Standpunkte aufgefasst, eine Folge der Schwere des Wasserdampfs, dessen Dichtigkeit daher mit der Höhe rasch abnimmt, und dessen Abnahme wiederum die Verdunstung beschleunigt. Diese Wirkungen werden in den Gebirgsketten beschränkt, weil die an ihren Abhängen aufwärts wehenden Winde die Wolkenbildung befördern und die ungleiche Erwärmung wechselnder Expositionen Niederschläge veranlasst. Fast alle Hochebenen der Erde sind sodann von höheren Randgebirgen eingeschlossen, die dem inneren Raume die Feuchtigkeit entziehen, und gerade in Asien wirken in diesem Sinne austrocknend alle Hochgebirgsketten vom Taurus bis zum Chingan in China. Durch den heiteren Himmel endlich wird das Plateauklima zugleich noch excessiver, wie es schon durch die Lage im Inneren des asiatischen Kontinents sein würde. Im Sommer erhitzen sich daher horizontal wehende Luftströmungen, wenn sie von der kälteren Atmosphäre über dem Tieflande ausgingen, und auch hiedurch wird die Verdichtung des Wasserdampfs im Hochlande gehindert. Wirken auf einem von Randgebirgen umschlossenen Raume alle diese Einflüsse zusammen, so können die Steppen Asiens auch noch in höheren Breiten sich in unbewohnbare Wüsten verwandeln.

Mit dem Mittelmeergebiete verglichen, erstreckt sich die Regenlosigkeit des Steppensommers, welche die Entwicklungszeit der meisten Pflanzen auf den Frühling einschränkt, weiter nach Norden, als dort, und dadurch wird der räumliche Umfang gleichartiger Lebensbedingungen bedeutend erweitert. Wenn die Polarströmungen, die den heiteren Himmel hervorrufen, am Mittelmeer nicht über den 45. Breitengrad hinaus den Sommer hindurch ununterbrochen wehen, reicht ihre Wirkung in den Steppen des europäischen Russlands acht Grade weiter nordwärts. Der Uebergang ist schroff, die ausgedehntere Zone des Sommerpassats beginnt am östlichen Fusse der Karpaten, hält sich in gleichem Umfange über den Ural hinaus bis zum Altai und erreicht von hier aus bis zum Amurgebiete doch immer noch den 50. Breitengrad.

Da die asiatischen Steppen in einem Theile des Gebiets in wirkliche Wüsten übergehen, die der Sahara in der Beschränkung des Pflanzenlebens gleichstehen, so pflegt man dieses Verhältniss so darzustellen, als ob dieselben Ursachen, welche das afrikanische Fest-

land klimatisch gliedern, in Asien gleichfalls wirksam wären und hier nach der geographischen Stellung des Kontinents in höhere Breiten hinaufreckten. Allein die Bedingungen des Tropenklimas müssen von denen der gemässigten Zone genauer unterschieden werden, um die Anordnung der Vegetation in beiden Kontinenten richtig aufzufassen. In der Sahara weht der Passatwind, der dem Boden die Feuchtigkeit entzieht, das ganze Jahr ununterbrochen, in den Steppen wechselt diese Luftströmung auch da, wo die Landschaft ebenso öde und wüst ist, im Winter oder Frühling mit dem Antipassat, der seiner entgegengesetzten Richtung gemäss atmosphärische Niederschläge veranlasst, die nur, wenn örtliche Einwirkungen im Wege stehen, der Vegetation verloren gehen.

Es ist, um die Wüstenzone der alten Welt würdigen zu können, erforderlich, auf den Ursprung der Passate und Monsune zurückzugehen. Wenn die Sonne durch den Zenith gegangen ist, entwickelt sich ein aufsteigender Luftstrom, und hieraus entspringt ein System atmosphärischer Bewegungen, welche höhere und niedere Breiten in Verbindung setzen und die Unterschiede ihrer Erwärmung mässigen. In den heissesten Erdgürtel, wo der Luftdruck am geringsten ist, strömen die Passate beider Hemisphären von der Seite aus ein und diese Bewegung wird in den oberen Schichten der Atmosphäre durch den rückkehrenden Antipassat ausgeglichen. Ueber dem atlantischen und stillen Meere ist zwischen den Passaten die Zone der Windstillen oder Kalmen eingeschaltet, welche der Aspiration des aufsteigenden Luftstroms entspricht. Wenn man auch im Inneren der Kontinente von einer solchen Kalmenzone redet, so ist zu erinnern, dass die beiden Passate in Afrika und Amerika und ebenso die Monsune in Asien sich unmittelbar zu berühren und zu verdrängen pflegen, dass also der aufsteigende Luftstrom sich zu einer Linie höchster Erwärmung und niedrigsten Luftdrucks zusammenzieht. Dieser bald schmale, bald sich erweiternde Aspirationsgürtel giebt durch seine Lage einen richtigeren Massstab für die Vertheilung der Wärme in der Atmosphäre der Tropen, als die Messungen der Temperatur, die sich nur auf die untersten Luftschichten beziehen. Diese sind von der Wärmeleitung aus dem Boden abhängig und geben keinen Aufschluss über das Verhältniss der Insolation zur nächtlichen Strahlung, welches auf den Luftdruck und die Temperatur in den oberen Räumen

der Atmosphäre ebenfalls seinen Einfluss äussert. Vom Mai bis zum September⁴⁾ liegen die heissesten Gegenden des östlichen Afrikas und Arabiens zu beiden Seiten des rothen Meers und reichen bis zur Landenge von Suez (30° N. B.), die Aspiration, welche den nördlichen Passatwind veranlasst, aber überschreitet daselbst zu keiner Jahreszeit den Wendekreis. Die stärkere Erhitzung, welche an der Erdoberfläche bemerkt wird, stört die allgemeine Bewegung der Atmosphäre nach Süden nicht, die dauernde Regenlosigkeit der Sahara ist die Folge dieser Erscheinung. Die Mittelwärmern des ganzen Jahrs geben von der Vertheilung der Wärme in der Atmosphäre des tropischen Afrikas eine richtigere Vorstellung, als die Variationen der Temperatur nach der Jahres- und Tageszeit.

Die tropischen Regenzeiten reichen im Tieflande stets bis zu der Linie, bis zu welcher der Aspirationsgürtel, der Solstitialbewegung folgend, vom Aequator ausweicht. Auf dem Meere begleiten sie die Zone der Kalmen, auf dem Festlande treten sie ein, so lange die Luftströmungen dem eigentlichen Passatwinde entgegenwehen, der sich in der Richtung vom Pol zum Aequator bewegt. Dieser Passat erfährt durch die gegen den Aequator wachsende Rotationsgeschwindigkeit jene Ablenkung, welche den Nordwind in Nordost, den Südwind in Südost verwandelt. Aus derselben Ursache wird ein Passat, der über den Aequator hinüberweht, weil der Aspirationsgürtel zu anderen Breiten ausweicht, aus dem Südost zu einem Südwestwinde, aus dem Nordostwinde zum Nordwest. Dies sind die Richtungen der Sommermonsune, die als Erweiterungen des Passats aus der entgegengesetzten Hemisphäre betrachtet werden. Die Regenzeiten des tropischen Afrikas werden daher diesseits des Aequators von Südwest-, jenseits von Nordwestwinden begleitet.

Da das Festland stärker von der Sonne erwärmt wird, als das Meer, und da diese Erwärmung in kürzerer Zeit eintritt, also die Insolation durch senkrechte Strahlen nicht so lange zu wirken braucht, um den aufsteigenden Luftstrom zu verschieben, so rückt der Aspirationsgürtel über den Kontinenten in höhere Breiten, aber zugleich richtet sich dessen Wanderung nach der Grösse des Raums, den der feste Boden in der Richtung der herrschenden Luftströmungen einnimmt. Die bedeutendsten klimatischen Eigenthümlichkeiten der drei grossen Kontinente beruhen auf dieser höheren Erwärmung

des Festlands. In Amerika, wo das Meer einen grossen Theil der nördlichen Tropenzone einnimmt, entfernt sich der Aspirationsgürtel nicht so weit vom Aequator nach Norden, wie in der alten Welt. In Afrika, dem Erdtheil, der zu beiden Seiten des Aequators sich mächtig ausdehnt, erreicht die Wanderung des aufsteigenden Luftstroms in beiden Tropenzone durchschnittlich den 20. Parallelkreis. In Asien, wo die grösste kontinentale Entwickelung in die gemässigte Zone fällt und das Festland unter den Tropen den Aequator nicht erreicht, ist die Ausweichung des Aspirationsgürtels nach Norden die weiteste und dringt über den Wendekreis in höhere Breiten.

Die Polargrenzen dauernder Passatwinde stehen unter denselben Bedingungen. Auf dem atlantischen Meere erreicht man, von Europa kommend, im Sommer den Nordostpassat gewöhnlich in der Nähe des 35. Parallelkreises ⁵⁾ und sieht ihn zu dieser Zeit beim Eintritt in die Kalmen zwischen 10° und 15° N. B. wieder verschwinden. In den afrikanischen Kontinent eintretend, hebt sich alsdann der Aspirationsgürtel an der Küste Senegambiens sofort bis zum 20. Breitengrade, und demgemäss machte sich auch der Sommerpassat des Mittelmeergebiets im Rhonethal noch unter dem 45. Parallelkreise fühlbar. Der grösste Theil Südeuropas und das westliche Asien liegen Afrika nordöstlich, in der Richtung des Passats, gegenüber, und die aspirirende Wirkung dieses Kontinents wird durch die hohe Bodenwärme der Sahara noch verstärkt. Aber die Ungleichheiten der Polhöhe, bis zu denen der regenlose Sommerpassat in verschiedenen Meridianen reicht, und die, wenn man Italien mit dem südlichen Russland vergleicht, mehr als zehn Breitengrade betragen können, bedürfen eines weiteren Aufschlusses.

Die Polargrenze der Passate liegt da, wo der Antipassat, durch die mit abnehmender Breite wachsende Verdichtung wie auf einer schiefen Ebene herabsinkend, die Oberfläche der Erde erreicht. Bis hieher gleiten die beiden entgegengesetzten Luftströmungen, welche die tropische Wärme mit der Kälte höherer Breiten ausgleichen, so über dem Erdboden hin, dass der Passat den unteren, der Antipassat den oberen Raum der Atmosphäre einnimmt. Dann aber beginnt in den höheren Breiten ihr Kampf, ihre Bahnen liegen nun bis zum Pol neben einander, und, indem sie sich gegenseitig verdrängen, ist die Häufigkeit ihres Wechsels die Ursache, dass die Niederschläge sich

über das ganze Jahr gleichmässiger vertheilen. Man muss annehmen, dass der Passatwind der Tropen um-so höher in die Atmosphäre hinaufreicht, je mehr er sich dem Aspirationsgürtel nähert. Der Pik von Teneriffa (28° N. B.) ist hoch genug (11440 Fuss), um in den Antipassat hinaufzuragen. Die Apenninen und andere süd-europäische Gebirge sind, weil sie in einer Breite liegen, wo die Höhe des Sommerpassats bereits sehr gemindert ist, ungeachtet ihrer weit geringeren Erhebung geeignet, diese Luftströmung nordwärts abzuschliessen. Auf die russischen Steppen hingegen kann die Aspiration Afrikas bis zu einer viel höheren Breite wirken. Hier weht der Sommerpassat über das ägäische und schwarze Meer; ausser in Anatolien hemmt ihn keine Gebirgsschranke, die den Antipassat auf-fangen und die Mischung beider Luftströmungen einleiten könnte. So rückt mit dem Passatwinde der regenlose Sommer an der Wolga (53° N. B.) bis zu der höchsten Breite, ebenso weit nach Norden, wie irgendwo in Asien. Dass aber weder der anatolische Taurus noch der Kaukasus eine hemmende Wirkung auf die Ausdehnung des Raums äussere, der vom Sommerpassat beherrscht wird, scheint darin seinen Grund zu haben, dass über den Hochflächen Vorderasiens die Bahnen der beiden Luftströmungen in grösserer Höhe sich bewegen, als über dem mittelländischen Meer, weshalb auch in den unteren Schichten der Atmosphäre der Nordostwind oft gar nicht bemerkt wird.

Der Einfluss Afrikas und Arabiens auf die Ausdehnung des Sommerpassats zu höheren Breiten reicht der geographischen Lage gemäss ostwärts bis zu den Gebirgen, die das chinesische Centralasien von Buchara und der Kirgisensteppe trennen. Persien und Afghanistan liegen Arabien und Sudan noch nordöstlich gegenüber, aber jenseits des persischen Meerbusens beginnt das Gebiet der indischen Monsune, die den grössten Theil des östlichen Asiens beherrschen. Wenn nur die eine der beiden Tropenzonen dem Festlande sich öffnet, die andere dem Ocean angehört, erweitert sich der Raum, über welchen nach den Jahreszeiten der Aspirationsgürtel sich bewegt, bis zu höheren Breiten, weil der Kontinent im Sommer stärker erhitzt, im Winter bedeutender abgekühlt wird, als das Meer. Der halbjährige Wechsel von Nordost- und Südwestwinden ist die Folge dieses Verhältnisses in Asien. Die Monsune dieses Kontinents be-

ruhen eigentlich nur auf der gesteigerten Ausweichung des aufsteigenden Luftstroms, der über allen drei Kontinenten und hier auch über dem indischen Ocean zu beiden Seiten des Aequators sich dem Stande der Sonne gemäss verschiebt, aber in Afrika weniger weit nach Norden wandert, als in Asien. Der Uebergang ist, wie die Konfiguration der Küsten es fordert, ein plötzlicher. Während Arabien den tropischen Sommerregen nur an seinen südlichen Küsten (bis 15° N. B.) empfängt, reichen dieselben in Punjab bis zum Himalaja (32°). Ueber die Breiten, welche Afrikas wüste Passatzzone einnimmt, ist in Indien die Quelle tropischer Fruchtbarkeit ausgeschüttet. Während dort zwischen dem Sommerregen Sudans und dem Winterregen des Mittelmeers die breite Sahara eingeschaltet ist, bleibt am Ganges kein Raum für regenlose Landschaften übrig. Die tropische Regenzeit Indiens reicht ebenso weit nach Nordwesten, wie der Winterregen Afghanistans nach Südosten. Der indische Kamm des Himalaja ist die Südgrenze nicht eines ununterbrochen wehenden, sondern nur eines Sommerpassats, der sich in nordöstlicher Richtung über ganz Hochasien bis zur Gobisteppe wenigstens in einzelnen Andeutungen bereits nachweisen lässt, aber in den unteren Luftschichten nicht immer bemerklich ist. Hochgelegene Steppen, die im Winter oder Frühling befeuchtet werden, sind bis zu den Grenzen Sibiriens und des chinesischen Tieflandes innerhalb der vielfach verzweigten Gebirgsketten über Centralasien ausgebreitet. Ein neues Vegetationsgebiet beginnt erst da, wo die Erhebung des Himalaja aufhört und die Tiefländer Hinterindiens und Chinas durch die plastische Bildung ihrer Oberfläche weniger geschieden sind. Hier erst erreicht die Ausweichung des Aspirationsgürtels die höchste Breite (45°), und der Wechsel der Monsune kommt daher der gemässigten Zone in weit grösserem Umfange, als anderswo, zu Statten. Aber die Aspiration scheint in China durch die nordwestlich vorliegende Gobisteppe so abgelenkt zu werden, dass in dem jenseitigen Amurgebiete kein Sommerpassat zu Stande kommt.

Die klimatische Einförmigkeit des Steppengebiets, dessen Pflanzenformen auf so weiten Räumen denselben Charakter bewahren, lässt doch eine höchst mannigfaltige Gliederung einzelner Abschnitte zu, die als engere Florenbezirke nun zu betrachten sind. Diese Absonderungen, die am Mittelmeer durch trennende Küsten-

linien bewirkt wurden, sind hier eine Folge des wechselnden Niveaus und in noch höherem Grade der Gebirgsketten, die aus der Steppe sich erheben, oder auch der Wüsten, die ihren Zusammenhang unterbrechen, indem durch solche mechanisch wirkende Einflüsse die Vermischung der Vegetationscentren gehindert wird.

Unter den Tiefländern ist das kaspische Depressionsgebiet das geräumigste. So gross auch die Gegensätze des Vegetationscharakters sind, wodurch die südrussischen Grassteppen sich von dem salzhaltigen Lehmboden und von den Wüsten der Gegenden am Aralsee unterscheiden, und so schroff diese eigenthümlichen Landschaftsbilder an ihren Grenzen sich berühren, um sodann auf weiten Räumen gleichartig zu bleiben, so sind doch keine klimatischen Ursachen nachgewiesen, aus denen sich diese Erscheinungen erklären liessen. Zwar nimmt, je weiter man vom schwarzen Meere nach Osten gelangt, die Winterkälte erheblich zu⁶⁾, aber die Vegetation wird in dieser Jahreszeit durch die Schneebedeckung geschützt. Wie bedeutend diese auch in der Kirgisensteppe wirken muss, um die Temperatur im Boden zu mässigen, davon hat Borsczow einen Beweis geliefert⁷⁾, indem er in der Gegend des Ilek (50° N. B.) ein firnähnliches Schneelager antraf, welches, von aufgewehtem Sande bedeckt und durch die Verdunstungskälte zugleich vor dem Aufthauen bewahrt, sich ungeachtet der hohen Sommerwärme dieser Gegenden eine Reihe von Jahren erhalten hatte. Mannigfaltige Stauden, die den Grasrasen in den russischen Steppen begleiten, finden sich in gleicher Fülle und zum Theil in denselben Arten⁸⁾ auch im fernen Osten der Songarei am Fusse des Altai, und, wenn sie in den öden Umgebungen des Aralsees zurücktreten⁹⁾, so dürfte dies in der Beschaffenheit des Bodens und nicht im Klima seinen Grund haben. Wir werden sehen, dass nicht bloss die Erdschichten an der Oberfläche den Charakter der Flora bestimmen, sondern auch der Bau des Untergrundes in der Tiefe. Borsczow meinte, dass in den Wüsteneien der Kirgisensteppe der atmosphärische Niederschlag geringer sei, als diesseits des Uralflusses, aber derselbe beträgt auch in den besten Gegenden Südrusslands, zwischen dem Dnjepr und dem asowschen Meere nur wenig Zoll¹⁰⁾, und auch hier ist der Sommer ohne Thau. Ich betrachte daher die verschiedenen Bekleidungen der Steppen und Wüsten im grossen Tieflande als Formationen, die

wegen der Ausdehnung gleichartiger Bodenverhältnisse über weite Landstrecken in schärferem geographischem Umriss angeordnet sind, und fasse den ganzen Raum von der Waldgrenze bis zu den Erhebungen des Kaukasus und der persischen Gebirge als kaspisches Depressionsgebiet zusammen. Auch die östliche Kirgisensteppe, die der grossen Horde, ist ein Weideland, welches den Heerden reichliches Futter gewährt¹¹⁾. Das Flachland reicht im Osten bis zum Thianschan; zwischen diesem Gebirge und dem Altai bleibt die Flora auch jenseits der russischen Grenzen sich gleich¹²⁾ und behält wahrscheinlich bis zur Mongolei einen übereinstimmenden Charakter. Die tiefste Einsenkung der Fläche wird durch das kaspische Meer ausgefüllt, und wo diese Depression, nach den Seiten und nach Norden unmerklich sich hebend, das Niveau des Oceans erreicht, ist noch nicht vollständig bekannt. Schon der Aral liegt einige Fuss über dem Spiegel des Meers [24 Fuss¹³⁾] und der Alakul-See am Fusse des Alatau wird bereits auf 1130 Fuss geschätzt¹⁴⁾. Der Ustjurt ist ein abgesondertes Plateau von 600 Fuss Höhe zwischen dem kaspischen Meere und dem Aral; in derselben Richtung verlieren sich auch die südlichen Erhebungen des Ural in der Steppe. Allein als Ganzes aufgefasst, ist das kaspische Depressionsgebiet eine grosse Mulde, deren Niveau erst auf weite Entfernungen hin einem gewissen Wechsel unterworfen ist. Vielfach wurde die Meinung ausgesprochen und scheint gegenwärtig in Russland ziemlich verbreitet zu sein, dass Verdunstung und Niederschlag daselbst nicht im Gleichgewichte ständen und das Sinken des Wasserspiegels der Seen und Binnenmeere ununterbrochen fortschreite. Borsczow hat im Einzelnen ausgeführt, was sich für diese Ansicht sagen lässt. Wäre sie begründet, so erhielte dadurch seine Vermuthung, dass das Klima in den tiefer gelegenen und wüsten Landschaften dieser Mulde, die sich von den Umgebungen des Aral bis zum östlichen Gestade des kaspischen Meers und zur unteren Wolga erstrecken, trockener sei, als in den jenseitigen Weideländern, eine bedeutende Stütze. Denn je geringer die Niederschläge sind, desto leichter ist ein Ueberwiegen der Verdunstung denkbar. Allein die Gründe, welche Baer¹⁵⁾ solchen Ansichten entgegenstellt, scheinen mir unwiderlegt zu sein. Die Austrocknung der Steppen, die aus dem Vorkommen der Ueberreste lebender Muscheln und aus der allgemeinen Verbreitung der

Natriumsalze unzweifelhaft hervorgeht, verlegt dieser Naturforscher in eine frühere geologische oder doch vorhistorische Periode und erklärt sie für längst abgeschlossen. Hiebei stützt er sich auf die Angaben Herodot's, nach denen das kaspische Meer vor mehr als 2000 Jahren denselben Umfang hatte, wie jetzt, und er weist zugleich nach, dass die russischen Steppen durch ihr fließendes Wasser längst ausgesüsst sind, was auf einen langen Zeitraum schliessen lässt, seit welchem die Auslaugung begann, da ein frisch entblösster Meeresboden die Flüsse, die ihn durchströmen, nothwendig salzen muss. Das süsse Wasser der Wolga und der übrigen russischen Ströme beweist, dass das Salz in der Steppe nur da zurückgeblieben ist, wo es nach der Beschaffenheit des Bodens dem fließenden Wasser unzugänglich war.

Die Wüsten am Aralsee können ebenfalls nicht als ein Beweis betrachtet werden, dass die Niederschläge daselbst seltener seien, als in der Steppe. Aber um dies deutlich zu machen, muss der Begriff der Wüste näher festgestellt werden. Es ist gerathen, hiebei nur dem gewöhnlichen Sprachgebrauche zu folgen, da die mannigfachen Versuche, dem Worte eine wissenschaftliche und dadurch engere Bedeutung beizulegen, nur zu Missverständnissen führen können. Denn etwas physikalisch Gemeinsames liegt den Wüsten der Polarländer und denen der Kontinente Asiens und Afrikas überhaupt nicht zu Grunde, sondern es wird durch diese Bezeichnung nur die Unbewohnbarkeit von Landstrecken ausgedrückt, wo auch die Thiere keine genügende Nahrung finden. Die Steppen sind von Nomaden bewohnt, die Viehzucht treiben, die Bevölkerung der Wüsten ist auf Oasen eingeschränkt, die abgelegenen ihre Oede unterbrechen. Gewöhnlich ist Wassermangel die nächste Ursache der Unbewohnbarkeit und des geringen Pflanzenwuchses, aber auf die Polarwüsten mit ihrem die Oberfläche durchfeuchtenden Eiswasser passt auch diese Beschränkung des Begriffs nicht, und ebenso wenig auf die Salz führenden Moräste, die mit dem Flugsande am Aral abwechseln, und deren Wasser nicht trinkbar ist. Wüsten ohne regelmässig eintretende atmosphärische Niederschläge, wie die afrikanische Sahara, wo es oft eine Reihe von Jahren hindurch nicht regnet, kenne ich wohl in Arabien, im Innern von Asien dagegen nicht. Dennoch kann aber auch in Asien der Wassermangel ebenso gross

sein, wenn es nicht möglich ist, das Grundwasser im Boden zu erreichen. Allein dies hängt von der Beschaffenheit des Erdreichs, nicht von dem jährlichen Regen- oder Schneefall ab. Ist die Oberfläche thonhaltig oder liegen die Thonschichten, die den Abfluss des Wassers nach abwärts verhindern, in nicht zu grosser Tiefe, so bleibt der Boden, nachdem der Schnee geschmolzen, feucht genug, um eine üppige Vegetation von Gräsern und Stauden zu erzeugen, und diese wiederum, indem sie Humus zurückkläst, trägt auch hiedurch dazu bei, die Feuchtigkeit zurückzuhalten. Wo aber mächtige Sandmassen und Gerölle oder Felsen, die das Wasser durchlassen, abgelagert sind, da versiegen die Zuflüsse, welche den Wurzeln der Pflanzen erreichbar sind. Dann wird die Steppe zur Wüste, die Karavane finden nicht mehr wie dort einen Brunnen, ihr Vieh zu tränken und suchen über die unwirthbare Fläche eilends hinüber zu kommen. Das sind die Landschaften, wo selbst die fliessenden Gewässer sich in der Tiefe des lockeren Bodens verlieren. Die Circulation des Wassers ist auch in der Wüste nicht gehemmt, mag der Schnee des Winters, wie in der gemässigten Zone Asiens, auf sie herabfallen, oder der Boden nur durch die seltenen Gewittergüsse der Sahara benetzt werden. Denn zu so grosser Tiefe das Grundwasser, welches durch diese atmosphärischen Zuflüsse gespeist wird, auch hinabsinken mag, der Boden des Meers ist doch noch viel tiefer, auf den es, über undurchdringlichen Schichten hinabgleitend, doch zuletzt in verborgenen Quellen sich ergiessen kann, um in den Kreislauf zwischen Ocean, Atmosphäre und Festland endlich zurückzukehren. Wenn der Schnee der Steppen und Wüsten schmilzt, sinkt die Feuchtigkeit im Frühling mit ungleicher Geschwindigkeit zu den unterirdischen Behältern: die Wüste ist daher reicher an Holzgewächsen, als die Steppe, weil deren Wurzeln tiefer in den Boden eindringen. Da sie aber zerstreut wachsen und wenig Blätter, wenig periodische Organe besitzen, so bilden sie zu wenig Humus, um den Abfluss zu verlangsamen, und bald steht ihnen nur noch die Feuchtigkeit zu Gebote, welche sie im Anfange ihrer Entwicklungsperiode in ihr Gewebe aufgesogen hatten. So ist die Vertheilung der Pflanzenformen des Depressionsgebiets durch die wechselnde Mischung der Erdkrumen erklärlich, auch wenn die Oberfläche darüber keinen Aufschluss giebt. Diese kann in den Steppen ebenso wohl aus Sand,

wie aus Lehm oder Thon gebildet sein und mehr oder weniger Humus erzeugen; in den Wüsten besteht sie aus durchlassenden Erdschichten. Da in einer früheren geologischen Periode das ganze Depressionsgebiet ein grosses Meer war, so ist es nicht auffallend, dass der tiefste Raum desselben, der die Mitte bildet, vorzugsweise von sandigen Erdkrumen bedeckt wurde, die nun zu den Wüsten am Aralsee geworden sind, und dass gegen die ehemaligen Küstenlinien hin der Thongehalt wächst, der die Steppenvegetation begünstigt. Denn gerade so setzen in der Gegenwart die Flüsse den feineren Detritus in den Marschen und Deltabildungen ab, wogegen der gröbere und schwerere Sand erst in weiterem Abstände von ihrer Mündung zu Boden fällt und in den tieferen Räumen des Meeresbodens gesammelt wird. Die Fruchtbarkeit des Depressionsgebiets ist von dem nördlichen Waldsaume aus gleichsam zu drei Terrassen geordnet, wobei indessen bedeutende Unregelmässigkeiten leicht begreiflich sind. Am deutlichsten ist diese Abstufung in der Richtung von den südrussischen Grassteppen bis zum Aralsee. Die untere Wolga scheidet das bessere Weideland von der öderen Kirgisensteppe, und diese grenzt südwärts, unter dem 46. Parallelkreise, an die Wüste Karakum am nordöstlichen Gestade des Aral.

Dass das Klima der Steppen dem südeuropäischen näher als dem des Waldgebiets verwandt sei, erkennt man daran, dass der Uebergang im Westen minder schroff ist, als im Norden. Dort ist es die allmählig gesteigerte Dauer des Winters, welche eine ebenso allmähliche Vermischung von Mediterran- und Steppenpflanzen gestattet, hier die schärfer bestimmte Grenze des Sommerpassats, wodurch die Floren geschieden werden. Die Verbindungen mit dem Mittelmeergebiet würden noch häufiger sein, wenn nicht die Randgebirge der anatolischen Halbinsel bis zum Libanon nebst dem westlichen Kaukasus den Austausch erschwerten. Eine unmittelbare Berührung aber scheint in Thracien stattzufinden, und hier ist die Nordküste der Propontis als eine Uebergangszone zu bezeichnen. Das ausgedehnte Weideland, in welchem die Kräuter vorherrschen oder kleine Dornsträucher den dürren Boden einnehmen, erinnert schon entschieden an die Steppe, aber die herrschenden Arten gehören doch noch zur Mediterranflora. Erst im Delta der Donaumündung, dessen Inseln gerade wie am kaspischen Meere und am Aral von unermesslichen

Schilfdickichten bedeckt sind, und in der unteren Moldau¹⁶⁾ zwischen dem Sireth und Pruth, wo hochwüchsige Stauden auf dem Humusboden wachsen und doch die trockene Jahreszeit schon vor Ende Mai eintritt, sind die Formationen der russischen Steppe rein ausgeprägt. Von hier aus lässt sich die Waldgrenze durch Russland bis zum Altai mit grosser Schärfe feststellen. Dass die Ursache dieses schroffen Wechsels eine klimatische sei und derselbe nicht, wie man gemeint hat, auf den geognostischen Formationen beruhe, geht aus der Verbreitung des sogenannten Tschernosem, einer äusserst fruchtbaren, schwarzen Humuserde hervor, welche die Uferlandschaften des Diluvialmeers bezeichnet, von dem die Steppen Russlands ehemals bedeckt waren. Dieser Humus, die Quelle des reichen Bodenwerths der Ukraine, wo Roggen gebaut wird, ohne jemals der Düngung zu bedürfen, reicht zuweilen zehn bis fünfzehn Fuss tief¹⁷⁾ und kann daher nicht von der heutigen Vegetation herrühren, sondern ist als eine Gabe vorweltlicher Pflanzen an die Bewohner Russlands anzusehen. Der Tschernosem ist dem Baumwuchs ungemein günstig, und doch ist die Fläche des Landes in den Dnjeprgegenden bei Kiew schon waldeer, der Ackerbau hört »in der Mitte der Humuszone auf«¹⁸⁾. Nur in den Sumpfniederungen und in der Tiefe der Flussthäler finden sich die Eichengehölze, gemischt mit wilden Obstbäumen, aber auch hier sind die Wälder nicht zusammenhängend. Bei Charkow beginnen sodann auf demselben Humusboden die schattigen, feuchten Laubwälder der Ukraine und, wie an anderen klimatischen Baumgrenzen, ist auch hier am Rande der Steppe ein Gürtel von dichten, niedrigen Gesträuchen eingeschaltet. An der Wolga ist bei Simbirk (54⁰) die Flora noch rein mitteleuropäisch, aber schon bei Sysran (53⁰) tritt dieser Strom in die Steppe ein¹⁹⁾. Hier hat sich bereits im Juli das Grün ihrer Gräser in ein falbes Gelb verwandelt, zu der Zeit, wo jenseits ihres Nordrandes die Vegetation in voller Frische steht und eben ihren Höhenpunkt erreicht hat. An der Grenze beider Floren genügt ein geringfügiger Schutz gegen die Sommerdürre, um Baumformen hervorzurufen, eine leise Böschung, wodurch die Richtung des Windes geändert wird, eine Senkung des Bodens, die ihn länger feucht erhält. Auch hier strecken sich daher bald Waldzungen in die Steppe vor, bald dringt die Steppe in den Wald ein. In den Schluchten des Hügellandes, welches an der

Wolga den Steppenrand bezeichnet, erscheinen die Bäume nicht völlig ausgewachsen, sondern bilden nur ein kümmerliches Gestrüpp, welches mit kleinen Sträuchern abwechselt, ausgenommen am Flussufer, wo aber auch das Weidengebüsch ihnen oft den Raum streitig macht. Aus allen diesen Beobachtungen ergibt sich also, dass nicht der Boden, sondern das Klima den Steppen ein Ziel setzt, und hiedurch wird die vielbesprochene Frage über die Möglichkeit, sie zu bewalden, entscheidend erledigt. Denn wie weit der Sommerpassat weht, hängt von der ganzen Konfiguration des Kontinents und von der Lage Afrikas ab, und die durch Bewässerung künstlich gepflegten Wälder genügen nicht, Niederschläge zu bewirken, welche durch die allgemeinen Luftströmungen ausgeschlossen sind. Von einer Bewaldung der Steppen, die nur unter örtlichen Vortheilen des Terrains, durch Bewässerung eingeleitet, gelingen, aber niemals in weitem Umfange sich ausbreiten kann, versprach man sich daher irrthümlich eine erhebliche Steigerung der Hilfsquellen Russlands. Hier kann nicht, wie in den Haiden der baltischen Ebene, die Entwicklung des Ackerbaus der Erweiterung der Wälder nachfolgen. Dort ist die Aufgabe, den Boden durch den Laubabfall zu verbessern, hier ist die Erdkrüme im Bereiche des Tschernosem, der einen grossen Theil der Grassteppen erfüllt, für den Ackerbau die vortrefflichste, und den Cerealien fehlt es nur zur geeigneten Zeit an hinreichenden atmosphärischen Niederschlägen, um sicher zur Reife zu gelangen.

Die reichliche Bewässerung, welche den südrussischen Steppen durch die Einschnitte grosser Flüsse zu Theil wird, die von dem Waldgebiete aus dieselben durchströmen, ist die Grundlage ihres Ackerbaus. Je mehr ihre Gewässer auf dem ganzen Raume von der Donau bis zur Wolga zusammengedrängt sind, desto häufiger erscheinen die Linien von Kulturlandschaften, deren sesshafte Bevölkerung den Nomaden der Steppe gegenübersteht. Ostwärts von der Wolga fehlen diese belebteren Ansiedelungen bis zu den Grenzen Turkestans fast ganz, weil das Wasser sich zu grossen Strömen nicht vereinigt oder nach Norden abfliesst. Die russischen Flüsse, die nach Süden in die Steppe treten, haben stets ein höheres westliches Ufer und an der gegenüberliegenden Seite eine tiefe Alluvialfläche, ein Verhältniss, welches nach dem Baer'schen Gesetze auf der Rotation der Erde beruht, die das Wasser an das rechts gelegene Gelände

drängt. Der Ausbreitung des Ackerbaus ist es wenigstens auf der einen Seite des Thalgrunds vortheilhaft, aber doch stehen die Ströme Russlands denen Turkestans in doppelter Beziehung nach, sowohl in dem Umfange des zur Bewässerung geeigneten Raums als in der Beschaffenheit des Wassers. Flüsse, die, wie der Oxus in Chiwa und der Särafschan in Buchara, in hochalpinen Gebirgsketten entspringen, haben, wenn sie in die Mulde des Depressionsgebiets eintreten, den Vorzug des stärkeren Gefälles und reicherer, aus den Quellen krystallinischer Gesteine stammender Mineralbestandtheile, die den Werth des zur Irrigation verwendeten Wassers für die Ernährung der Kulturpflanzen erhöhen. Die wagerechte Oberfläche des Bodens gestattet eine Kanalisation, soweit die Wasservorräthe des Flusses dazu ausreichen. In Buchara werden sie so vollständig dazu verbraucht, dass der Särafschan, gleichsam bis zum letzten Tropfen ausgeschöpft, den nahen Oxus nicht erreicht. Unter solchen Verhältnissen wiederholen sich in den Chanaten von Turkestan die Verhältnisse Aegyptens, und die Ergiebigkeit der Ernten ist ungeachtet der strengen Winterkälte fast ebenso gross. Wenn die jährlich zum Anbau verwendbare Zeit nicht so lange dauert, so liegen die Quellen der Fruchtbarkeit im Hindukusch und in den Gebirgen von Samarkand dem Kulturboden ungleich näher, als die abessinischen Hochlande dem Nilthale Aegyptens. Das Flusswasser hat, wo es die Steppen berührt, noch nichts von seinen befruchtenden Schlammtheilen eingebüsst, und die rasch gesteigerte Wärme des Kontinentalklimas erhöht die Energie des Wachsthums.

Der Ackerbau und die allgemein verbreitete Kultur von Obstbäumen wird in Buchara (40° N. B.) durch periodische Ueberstauungen der Felder und Gärten unterhalten, die sämmtlich von Lehmmanern eingefasst sind, und in die man von Zeit zu Zeit das Flusswasser leitet, um es seinen Detritus absetzen zu lassen²⁰). So werden die Feigenbäume den ganzen Sommer hindurch einmal wöchentlich unter Wasser gesetzt, im Winter müssen sie niedergebogen und gegen die Kälte durch Bedeckung geschützt werden. Fast alle Früchte des wärmeren Europas reifen hier, die Aprikosen und Pflirsiche gehören zu den bedeutendsten und trefflichsten Erzeugnissen des Landes. Auch findet Seidenzucht statt, und die Rebe wird, nur zweimal im Jahre bewässert, auf dem ebenen Felde gezogen.

Man sieht also, wie bei dem europäischen Weinbau, auch hier, in welchem Masse die Zuckerbildung in den Früchten durch die hohe Sommerwärme befördert wird. Aber noch lehrreicher ist der Ackerbau von Buchara dadurch, dass er zeigt, wie sehr die Vegetation der Kulturpflanzen durch das kontinentale Klima beschleunigt und das Wachstum der Stengelglieder erhöht wird. Der Weizen, das Hauptgetraide, wird schon im Juni geerntet, nachdem er, im September gesät, den Winter überdauert hatte, und er trägt zuweilen das vierzigste Korn, worauf als zweite Frucht die Mungobohne folgt (*Phaseolus Mungo*), deren Ernte noch in demselben Herbste stattfindet. Selbst der Reis, dessen Entwicklungsperiode in anderen Gegenden so viel Zeit erfordert, ist von diesem kontinentalen Klima nicht ausgeschlossen. Die Luzerne (*Medicago sativa*) ist das allgemeine Futtergewächs und kann, in Folge wöchentlich wiederholter Bewässerung, fünf- bis sechsmal im Jahre geschnitten werden, wobei diese Pflanze doch zu ungewöhnlicher Höhe (5—6 Fuss hoch) aufschiesst, wie auch die Hirse (*Sorghum*) sechs bis neun Fuss hoch wird und schon nach drei Monaten reif ist. Unmittelbar an die Felder und Baumgärten grenzt, wie die Sahara an ihre Oasen, die salzige Lehmsteppe, die noch öder ist, als die Wüste Kisilkum am Aralsee. In dieser kommen doch dürre Sträucher und Halophyten vor, während auf dem Lehmboden von Buchara die Fläche oft von aller Vegetation entblösst ist. Die Bewässerung hat nicht bloss die Erde auszuzüssen, sondern auch die Temperatur zu mässigen. Denn die Luftwärme steigt während des Sommers im Schatten bis 35°, und in der Sandwüste am Oxus wurde der Boden sogar bis zu 50° erhitzt gefunden²¹). Der Ackerbau an diesem Strome, in der Kulturbene von Chiwa (42° N. B.), ist dem von Buchara ganz ähnlich, aber reichhaltiger sind die Nachrichten über das Klima und die Entwicklungsphasen der Kulturpflanzen, welche man der Reise Basiner's nach diesem westlicher gelegenen Chanate verdankt. Der Eisgang beginnt im Oxus in der ersten Hälfte des Februar, aber die Nachfröste dauern bisweilen bis in den April. Ende März wagt man die Reben, die Feigen- und Granatbäume, die im Winter umwickelt werden, zu entblössen. Um diese Zeit belauben sich auch die Bäume. Schon im April wird die Hitze sehr gross und steigert sich ununterbrochen bis gegen Ende Juli zum Unerträglichen. Im Juni

oder spätestens zu Anfang Juli reift der Weizen: gleichzeitig die Pflaumen und Aprikosen, die essbaren Cucurbitaceen und die frühen Weintrauben. Mit dem August nimmt die Wärme allmählich ab: schon im September stellen sich zuweilen Nachtfröste ein, durch welche die Ernte der Hirse, des Reis und der späten Trauben vereitelt werden kann. Die Entlaubung der Bäume dauert von der zweiten Hälfte des Oktober bis Anfang December. Der December ist der kälteste Monat, in welchem der Oxus und der Aralsee zufrieren: eine Eisschicht von 16 Zoll Dicke kommt vor, obgleich die Kälte hier, durch Nebelbildungen gemildert, mässiger zu sein scheint, als in den nördlicher gelegenen Steppen.

Vergleicht man die Irrigationskultur Turkestans mit dem Ackerbau Aegyptens, so sind die Vorzüge und Nachtheile eines trockenen Klimas in den höheren Breiten Asiens und in den niedrigeren der Sahara nicht zu verkennen. Dort kann das Flusswasser, welches vom schmelzenden Schnee der Hochgebirge gespeist wird, während der ganzen Dauer der warmen Jahreszeit benutzt werden, aber die Vegetation ist im Winter unterbrochen. Hier ist der hohe Nilstand von tropischen Sommerregen abhängig und von kurzer Dauer [vom Juni bis zum September²²], so dass die Bestellung des Ackers gerade in den wärmsten Monaten unmöglich wird. Die Ernten, die grösstentheils im Winter und Frühling stattfinden, wiederholen sich häufiger auf demselben Boden, und sie bestehen auch aus tropischen Gewächsen von längerer Entwicklungszeit, aus Zuckerrohr und Datteln, die in dem Kontinentalklima Asiens nicht mehr fortkommen, aber nicht in gleichem Masse ist die Stüssigkeit der Baumfrüchte gefördert.

Der Kaukasus und die Gebirgszüge, welche in Chorasan den Elborus mit dem Hindukusch verbinden, bilden, wie bereits bemerkt wurde, die Südgrenze des kaspischen Depressionsgebiets. Auf dem geneigten Boden, der die wagerechte Strömung der Winde ablenkt, sind auch in der warmen Jahreszeit die Bedingungen von Niederschlägen gegeben, welche die Vegetation der nördlichen Wälder im Bereiche der Steppen erneuern. Die Gebirgsketten verhalten sich ähnlich, wie sie in Südeuropa der Mediterranflora gegenüberstanden, aber mit dem Unterschiede, dass die unteren Regionen wegen der Trockenheit der Atmosphäre gewöhnlich noch dem dürren Steppen-

sommer unterworfen sind und der Waldgürtel erst in grösserer Höhe beginnt. Durch den orographischen Zusammenhang der Bergketten an den Grenzen des Tief- und Hochlands ist der Wanderung nordischer Gewächse die Bahn geöffnet, auf welcher gewisse Arten, selbst von Bäumen, aus dem fernen Westen bis zum Himalaja gelangt sind. Auch am Fusse des Kaukasus und des Elborus scheiden sich vom Tieflande der Steppen zwei kleinere, eigenthümliche Abschnitte aus, die den Uebergang zu den europäischen Floren vermitteln, das Flussgebiet des Kur in Transkaukasien und die Südküste des kaspischen Meers, beide durch einen abweichenden Verlauf der Jahreszeiten ausgezeichnet.

Aus den meteorologischen Beobachtungen im russischen Armenien²²⁾ geht hervor, dass die Luftströmungen der Steppe über den Kaukasus hinweg und der nordöstliche Sommerpassat die jenseitigen Hochlande ungebrochen erreicht. Zwischen den armenischen Randgebirgen und dem Kaukasus sind die beiden grossen Thaleinschnitte Transkaukasiens eingeschaltet, der östliche des Kur und der westliche des Rion, von denen der letztere bereits als ein Glied der pontischen Flora berücksichtigt wurde. Die mesgische Kette, welche diese Thäler scheidet und beide Hochgebirge verbindet, ist hier die scharfe Vegetationsgrenze zwischen zwei Klimaten, von denen das östliche oder georgische abwärts bis zum kaspischen Meere dem Steppengebiete angehört. Die Wälder an dem westlichen Abhange der mesgischen Bergkette sind unvergleichlich üppiger, als die georgischen; die immergrünen Holzgewächse fehlen im Osten der Wasserscheide, die Olive kommt bei Tiflis nicht mehr fort. Allein durch die nahen Hochgebirge, welche Georgien und Schirwan von Norden und von Süden umschliessen, erfährt in diesen Thälern auch das Steppenklimate eigenthümliche Abänderungen. Die Jahreswärme ist am Kur geringer, als am Rion, indem die Kälte gegen Osten in höherem Grade zunimmt, als die Sommerwärme steigt, aber der Winter ist doch weit gelinder²³⁾, als in den übrigen kaspischen Steppen, und entspricht in Baku etwa dem des nördlichen Italiens. Noch viel abweichender aber vertheilen sich die atmosphärischen Niederschläge, die in Georgien den Sommer hindurch am häufigsten fallen, während gegen die Küste des kaspischen Meers die Dürre zunimmt und im Sommer am grössten ist. In Georgien sind daher alle

Bedingungen für die Aufnahme von Pflanzen Mitteleuropas vorhanden, und diesen Charakter zeigen auch die gemischten Laubwälder an den südlichen Ausläufern des Kaukasus²⁴). Da ferner die Sommerwärme ungefähr der Siciliens gleichsteht, so fehlt es auch an Gewächsen der Mediterranflora nicht, die noch zahlreicher sein würden, wenn der Winter nicht noch länger dauerte, als in der Lombardei. Gegen das kaspische Meer hin aber geht die Vegetation in die reinen Steppenformationen über, weil die Trockenheit der Luft zu gross wird und die Sommerregen aufhören. So können wir im Kurgebiete den Uebergang von drei Floren verfolgen, deren Bestandtheile es vom Kaukasus, von Kleinasien und aus den Steppen entlehnt, und da dasselbe von Gebirgen eingeschlossen wird, ist es zugleich mit endemischen Erzeugnissen ausgestattet. Die Ursachen einer so abgesonderten klimatischen Stellung sind mannigfaltig. Der Sommerpassat entladet die Feuchtigkeit, die er aus der Verdunstung des kaspischen Meers empfängt, an den Nordhängen des Kaukasus in Daghestan: in den Steppen am unteren Kur wurde daher die Luft ungemein trocken gefunden. Die Sommerregen Georgiens sind wohl nur eine Folge von dem reicher gegliederten Relief dieses Landes und den Niederschlägen in den Gebirgen des Steppengebiets an die Seite zu stellen. Dass hingegen die Aequatorialwinde des Winters von heiterem Himmel begleitet sind, ist daraus zu erklären, dass sie von dem hohen Tafellande Armeniens herabwehen, hier ihre Feuchtigkeit verloren haben und sich in dem tiefen Thaleinschnitt erwärmen. Die Polarströmungen, die vom kaspischen Meere kommen, sind hier verhältnissmässig feuchter, als diejenigen Winde, die den Einfluss des excessiven Plateauklimas erfuhren. Es herrscht der entschiedenste Gegensatz gegen den Schneefall an der Ostseite des Binnenmeers, wo die westlichen Winde des Winters dessen Feuchtigkeit mit sich führen.

Eine noch viel auffallendere Wirkung vom Wasserdampf des kaspischen Meers erfährt dessen Südküste, deren feuchtes Klima jenseits der Kurmündung den schroffen Uebergang zur Flora von Talüsch hervorruft und die eigenthümliche Stellung des persischen Litorals von Gilan und Masenderan bedingt. Hier wehen die Seewinde senkrecht gegen die steil aufsteigende Elborus-Kette und entladen die Feuchtigkeit des kaspischen Meers in mächtigen Regen-

güssen. Schon in Lenkoran, dem Hauptorte am Gestade von Talüsch, finden wir einen Niederschlag von 48 Zoll²⁵⁾, zu Rescht in Gilan von 54 Zoll²⁶⁾. Ueber Masenderan hinaus, an der Bucht von Asterabad, wo die Küste sich nach Norden biegt, grenzt dieses feuchte Klima ebenso unmittelbar an die dürren Steppen Turkestans. Da die Winterkälte durch die Wolkenbildungen gemässigt ist und die Sommerwärme noch höher steigt, als in Transkaukasien, so sind hier noch einmal die Bedingungen einer Mediterranflora gegeben. Die Kultur der Orangen, der Baumwolle, des Zuckerrohrs wird hier betrieben; selbst die Dattelpalme, wiewohl ihre Früchte nicht mehr reifen sollen, wurde im Mittelalter eingeführt und einige Stämme haben sich bei Sara in Masenderan erhalten²⁷⁾. Die Küste ist dicht bewaldet, aber der Sommer ist doch die minder feuchte Jahreszeit, indem nicht die allgemeinen Luftströmungen, sondern die wechselnden Land- und Seewinde den Gang der Niederschläge zu bestimmen scheinen. Auch dieses Litoral hat daher eine klimatisch durchaus abgeschlossene Stellung, es verbindet gleichsam die Wärme des andalusischen Sommers mit einem irländischen Winter, und ist daher, wie der Kaukasus, geeignet, Gewächse aus den kälteren, wie aus den wärmsten Gegenden Europas aufzunehmen.

Die südlichen Tafelländer reichen fast überall bis zu den äussersten Grenzen des Steppengebiets: nur die Thalfurche des Euphrat und Tigris unterbricht von Mesopotamien abwärts ihren Zusammenhang. Durch die Gebirgsketten, welche ihnen aufgesetzt sind, und durch die Verschiedenheit ihres Niveaus sind aber auch diese Hochsteppen selbst zu mehreren, selbständigen Abschnitten gegliedert. Hier sind die Vegetationscentren, die diesen Gliederungen entsprechen, viel bestimmter von einander abgesondert, als im Tieflande, und doch fehlen gewisse gemeinsame Züge, wie sie im Klima gegeben sind, auch den Pflanzenformen nicht: namentlich zeigt sich dies in der Reihe der Dornsträucher, in den zahlreichen Arten von geselligen Traganth-Astragalen, die von Kleinasien bis Afghanistan auftreten und bis zum Kaukasus gefunden werden, aber dem kaspischen Depressionsgebiete fehlen.

Die durch Taurusketten gebildete Wasserscheide, welche den Halys (Kisil-Irmak) vom Euphrat trennt, kann man als die Grenze der Floren des anatolischen und des armenischen Hochlands be-

trachten, deren Bestandtheile höchst bedeutsam von einander abweichen. Anatolien verhält sich zu Armenien, wie ein System von tiefer gelegenen Terrassen, die [durchschnittlich 3000 Fuss hoch²⁸], gegen Westen nach dem ägäischen Meere zu stufenweise sich herabsenken. Hiedurch und durch die Flussthäler, welche aus dem Inneren nach der jonischen Küste verlaufen, geht in dieser Richtung die Vegetation der Hochebene allmäliger in die Mediterranflora über, als im Süden, wo der hohe Taurus sie absondert und unmittelbar an dieses Randgebirge die Salzsteppe von Konia grenzt. Die Gebirgsflora ist in Anatolien ungleich mannigfaltiger, als die der dürren Hochflächen, denen durch den Taurus die Feuchtigkeit der Südwestwinde entzogen wird. Uebrigens ist die Kenntniss von dem Klima des Inneren noch sehr ungenügend. Meteorologische Messungen liegen nur von Kaisaria vor [39° N. B.²⁹], wo auch im Winter Nordostwinde wehen, weil der nahe Argäus die Luftströmung aus der entgegengesetzten Richtung abhält. Das wichtigste Ergebniss aus diesen Beobachtungen besteht darin, dass das Klima bei Weitem nicht so kontinental ist, als in dem übrigen Steppengebiet. Die Wasserscheide gegen den Euphrat bildet hier den Wendepunkt, der strenge und schneereiche Winter Armeniens ist nicht bloss eine Folge des höheren Niveaus, sondern auch davon, dass die Temperatur in Kleinasien durch das Meer, welches die Halbinsel von drei Seiten umgiebt, gemässigt wird. Hierin und in der viel geringeren Wasserfülle Anatoliens muss man die vorzüglichsten Ursachen von der Verschiedenheit der Floren beider Länder erblicken. Das Klima Kleinasiens steht dem spanischen weit näher, als irgend eine andere des Steppengebiets. Bei wenig niedrigerer Sommerwärme ist der Winter in Kaisaria zwar beinahe vier Grade kälter, als in Madrid, aber jene Stadt liegt auch beträchtlich höher (3680 Fuss). Unter so nahe übereinstimmenden klimatischen Bedingungen würde die Verwandtschaft der spanischen und anatolischen Flora weit grösser sein, wenn nicht der Austausch durch die weite Entfernung beider Halbinseln so sehr erschwert würde. Dass wir das Hochland Spaniens als ein Glied der Mittelmeerflora betrachten, das anatolische hingegen zu dem Steppengebiet rechnen, findet eben nur in der engen Verbindung mit den Nachbarländern seine Berechtigung.

Die Ruinen der lycischen Städte und andere Alterthümer geben

uns eine Vorstellung von der hohen Kulturlibthe, die einst auch auf der Hochebene Kleinasiens herrschte, wo jetzt kurdische Nomaden mit ihren Heerden umherziehen. In Ermangelung umfassender Beobachtungen über das Klima können wir schon hieraus schliessen, dass bei vernachlässigter Irrigation der Ackerbau nicht zu bestehen vermochte, der von jeher die erste Bedingung der Städtegründung und höherer Civilisation war. Denn erst dann, wenn die Arbeiten sich theilen, die unter den Nomaden jeder Familie obliegen, wenn sie zu einer unter das ganze Volk angemessen vertheilten Organisation von verschiedenartigen Beschäftigungen werden, ist den Begabtesten Ruhe des Nachdenkens und Aufschwung politischer und religiöser Gesinnung gegönnt, jene geistige Erhebung, welche zu künstlerischen Bauten, zu der Errichtung von Denkmälern und der Gottheit geweihten Tempeln anregte, deren Ueberreste uns jetzt von dem erloschenen Streben der Bewohner dieses Landes ein Zeugnis sind. Das anatolische Hochland scheint bei dem ersten Ueberblick wenig geeignet, den Ackerbau durch das fliessende Gebirgswasser zu fördern, da es nur schwach mit Flussadern ausgestattet und selbst der grösste Strom, der Halys, im Verhältniss zu dem Umfange des Gebiets, welches er entwässert, von geringer Bedeutung ist. Man hat daher gemeint, der Entwaldung der Gebirge die Verödung des Landes zuschreiben zu müssen. Allein bei einer näheren Betrachtung des Reliefs gelangt man zu einem anderen Ergebniss, welches, wenn der Geist der heutigen Bevölkerung es erlaubte, auch hier auf eine Wiedererweckung des Orients hoffen liesse. Der Taurus, der sowohl im Osten als im Süden das Randgebirge der Hochfläche bildet, ist noch jetzt mit ausgedehnten Wäldern bedeckt, und auch den nördlichen Gebirgen am Pontus fehlen sie nicht. Im Inneren ist die Hochebene reich mit Hebungen erfüllt, die theils zu einzelnen Ketten sich absondern, theils in unregelmässig zerstreuten Bergkegeln emporragen, unter denen der höchste, der Argäus bei Kaisaria, fast 12000 Fuss misst (11824'). Entbehren diese Höhen selbst auch des Baumwuchses, so umschliessen sie doch zahlreiche Becken, deren Gewässer, ohne Abfluss nach aussen an der Binnenseite des südlichen Taurus gelegen, von diesem gespeist werden. Die westliche Abdachung der Halbinsel hat nicht sowohl ein Randgebirge, als vielmehr eine Reihe hoher, zum Theil senkrecht gegen das ägäische

Meer gestellter Parallelketten, zwischen denen bewässerte Thalfurchen tief in das Innere hinaufreichen. Je unbedeutender daher die einzelnen Flüsse Anatoliens sind, desto grösser ist ihre Anzahl und desto günstiger ihr Gefälle, um zu Irrigationen benutzt zu werden. Und auch jetzt fehlt es, wie die Städte im Innern, die Opiumkultur von Karahissar, die immer noch erhebliche Industrie von Angora und Konia, die Handelsthätigkeit in Kaisaria beweisen, an Kulturoasen in den Hochsteppen Anatoliens nicht. Selbst auf dem verödeten Hochlande der Städteruinen von Lycien wird nach Art der Sennwirthschaft ein eigenthümlicher Korn- und Weinbau betrieben, indem die Bewohner der tiefer gelegenen Küstenterrasse während des Sommers zu diesem Zwecke daselbst die sogenannten Yailah's beziehen, das heisst ihren periodischen Wohnsitz im Gebirge aufschlagen³⁰⁾.

Die pontische Gebirgskette und deren hochalpine Fortsetzung³¹⁾ über den Isthmus zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere, die Einige den unteren oder südlichen Kaukasus genannt haben, bilden den Nordrand Armeniens, eines Landes, dessen Niveau in der Ebene von Erzerum (6050 Fuss) ungefähr doppelt so hoch liegt als das Innere Anatoliens. Von jenem Randgebirge gehen zugleich in südwestlicher Richtung die zahlreichen Gliederungen des Taurus, in südöstlicher die Ketten von Kurdistan aus, und beide erfüllen das Hochland in solchem Masse, dass die Flächen zu abgesonderten Becken werden oder auch nur zu blossen Flussthälern sich verengen. Die grossen Landseen des Goktschai und des Wan in Armenien, sowie des Urmia in Aserbeidschan zeigen indessen, dass die Gebirge in gewissen Gegenden weit genug aus einander treten, um geräumige Hochebenen zu erzeugen, und diesem Verhältniss entspricht auch der Vegetationscharakter Armeniens, der als Hochsteppe bezeichnet worden ist, wo weite Strecken von Traganthsträuchern und stehenden Staticéen (*Acantholimon*) bedeckt sind³²⁾. Die östlichen Grenzen der armenischen Flora sind noch nicht genauer bekannt. Nach den Sammlungen der Reisenden Szowits aus Aserbeidschan und Kotschy's aus Kurdistan zu schliessen, scheinen diese Gebirgsländer nicht erheblich abzuweichen und den Uebergang zur persischen Flora zu vermitteln. Südwärts ist die Abdachung zum mesopotamischen Tieflande sanfter, als im Norden zum Pontus und zum Rion und Kur,

aber der Gegensatz des Klimas und der Vegetation da, wo der Tigris aus den Gebirgen tritt, doch höchst überraschend. Zu Mosul³³⁾ herrscht im April ein heiterer Himmel, und den dürftigen Graswuchs der mesopotamischen Ebene beginnt bereits Sommerhitze zu versengen, in einer Jahreszeit, in welcher Erzerum noch in Schnee und Eis begraben liegt. So gross auch der Unterschied des Niveaus ist, so erklärt dies doch den Gegensatz des Klimas nicht genügend, da auch Armenien und Aserbeidschan sich in gewissen Richtungen beträchtlich senken und der Charakter des Landes doch derselbe bleibt. So ist das Thal des Araxes schon zwischen dem Alages und dem Ararat tief eingeschnitten (bis 2500 Fuss) und geht allmählig in die Tiefebene des Kur über. Die durch Irrigationen unterhaltenen Baumpflanzungen der Dörfer sind am Araxes wie Oasen zerstreut³⁴⁾ und von wüster Steppe umgeben. Niemals haben sich hier grössere Städte entwickelt, wie in Mesopotamien, wo sie die älteste vorderasiatische Civilisation, die assyrische und babylonische, begründeten, wo eine intensive Bodenkultur blühte und noch jetzt die Dattelpalme gezogen wird. Nicht das Niveau, nicht eine ungleiche Zugänglichkeit des Flusswassers, welches in beiden Fällen dem Ackerbau nothwendig ist, sondern die verschiedene geographische Lage ist die Ursache dieses Gegensatzes, indem das Araxesthal, noch Nordost geöffnet, die Luftströmungen des Kontinentalklimas aus den kaspischen Steppen empfängt, der Euphrat und Tigris hingegen mit den heissen Küsten des persischen Meerbusens und mit der syrischen Wüste in unmittelbarer Verbindung stehen. Die armenische Flora beweist eben auf's Neue, indem sie allmählig in die um 2000 Fuss tiefer gelegene, dürre, baumlose, von der Sonne verbrannte Hochebene von Aserbeidschan übergeht, dass der Charakter der Steppenvegetation, wie in Spanien, von dem Niveau unabhängiger ist, als von der Dauer und Strenge des Winters und von der Trockenheit der Luft.

Das armenische Klima ist den benachbarten Hochländern gegenüber zwar durch die Kälte des Winters³⁵⁾ und durch die Verspätung der Vegetationszeit im Nachtheil, aber ungeachtet einer trockenen Atmosphäre doch durch weit grösseren Wasserreichthum vortheilhaft ausgezeichnet. Der Uebergang zum Sommer erfolgt rasch nach dem Aufthauen des Schnees, aber die kurze Dauer einer dem Pflanzen-

leben entsprechenden Wärme lässt in Armenien keinen Wald aufkommen, sondern erzeugt in den höher gelegenen Gegenden Gewächse, die in ihrer Organisation der alpinen Flora näher stehen, während durch die Regenlosigkeit der heissen Monate die klimatische Analogie mit den oberen Regionen der Alpen und des Kaukasus wiederum aufgehoben wird. Ein zusammenhängender Waldbestand gehört nur den äusseren Randgebirgen an, deren feuchter Sommer einen entschiedenen Gegensatz zwischen der Flora des innern Armeniens und der Vegetation in den Gegenden des Alages hervorruft, durch welche ein Uebergang zu den Pflanzenformen des Kaukasus vermittelt wird. Zu den feuchtesten Landschaften gehören die Umgebungen des Goktschai-Sees, wo im Spätsommer die Heerden von fernher zusammenströmen und auf reichen Alpentriften weiden, während das übrige Hochland längst verdorrt ist³⁶⁾. In der That geht hier die Vegetation langsamer von Statten, als im übrigen Armenien, wo die Entwicklung sich so beschleunigt, dass stellenweise das durch Irrigationen bewässerte Getraide in zwei Monaten von der Saat bis zur Ernte reift. Allein dieser klimatische Gegensatz findet eben auch nur im Sommer statt, der im inneren Armenien wolkenlos, dürr und heiss ist. Im Winter hingegen, der in der Regel vom Oktober bis zum Mai, also volle acht Monate dauert³²⁾, treiben stürmische Nordostwinde vermöge der offenen Lage des Araxesthals den Wasserdampf bis zu den westlichen Gebirgen von Erzerum. Die klimatische Eigenthümlichkeit des armenischen Randgebirgs beruht zugleich darauf, dass hier die östlichen Winde, die vom kaspischen Meere kommen, fast das ganze Jahr überwiegen³⁷⁾. Eigentlich äquatoriale Luftströmungen scheinen in Armenien deshalb ausgeschlossen zu sein, weil in südwestlicher Richtung die Taurusketten fortstreichen. Aber der häufigere Wechsel des Windes in der kalten Jahreszeit fördert auch in den inneren Thälern den Niederschlag, der in Gumri noch 17 Zoll beträgt.

Die Verbreitung schmelzender Schneefelder, die reichliche Spende des fliessenden Wassers und die durch den heiteren Himmel gesteigerte Sommerwärme sind die Bedingungen der Bodenkultur in diesem Hochlande und stehen dadurch mit der historischen Bedeutung und Entwicklung des armenischen Volks in engem Zusammenhang. Ein Land, welches, von Hochsteppen oder Alpenwiesen

bedeckt, nach Meereshöhe und Relief nur der Sennwirthschaft zugänglich erscheint, und wo in der That nach Zerstreung der ursprünglichen Bewohner, wie in Anatolien, Nomaden umherschweifen, ist dennoch schon frühzeitig der Gesittung eines Ackerbau treibenden Kulturvolks theilhaftig geworden, weil die Irrigationen durch zahlreiche Flüsse erleichtert und die rasche Reife der Ernten durch die kontinentale Plateauwärme gesichert ist. Unter solchen Begünstigungen reicht der Getraidebau am See Wan und am Bingöl-Dagh nahebei zu 6500 Fuss und die über 6000 Fuss hohe Ebene von Erzerum gewährt ergiebige Weizenernten, während in dem umwölkten Kessel des Goktschai schon bei 5500 Fuss nur noch die Gerste fortkommt und in manchen Jahren nicht einmal zur Reife gelangt³³⁾. Wo aber der Himmel im Sommer heiter ist, bedarf es nur des fließenden Wassers, um selbst Kulturgewächse wärmerer Gegenden zuzulassen. Auf der Hochebene am Urmia-See werden Baumwolle, Sesam und sogar Reis gebaut, die Feige gedeiht daselbst an 'geschützten Orten, und der Weinbau wird an den Ufern des Wan bis zum Niveau von etwa 5500 Fuss betrieben: überall aber, sagt Wagner, Unfruchtbarkeit, Verödung und Armuth, wo entweder die Schneeberge oder die durch sie gespeisten Flüsse fehlen, oder wo die Neigung des Bodens der Bewässerung hinderlich ist³⁷⁾.

Die Ebenen Mesopotamiens und Babylonien heben sich bis zum Fusse des Gebirgs, aus dem der Euphrat und Tigris in dieselben eintreten, nirgends über das Niveau von 700 Fuss. Da sie gegen Nordosten durch die Erhebungen des Zagros im persischen Kurdistan völlig geschützt sind, steigert sich hier die Wintertemperatur zu der der geographischen Breite entsprechenden Wärme³⁵⁾. Und doch ist das Klima excessiv zu nennen, indem die glühende Hitze des Sommers in Bagdad zu einer Höhe steigt (27° R.), die im tropischen Ostindien nicht übertroffen wird und ihres Gleichen erst in der Sahara, sowie an den Küsten Arabiens und des persischen Golfs findet. Es zeigt sich hier, wie die Sonne auch noch in dieser Breite (33°) wirken kann, wenn ihre Gluth nicht durch die Bewölkung einer tropischen Regenzeit gemässigt wird, wenn der Himmel im Sommer stets heiter, die Atmosphäre trocken und der Boden höchst erwärmungsfähig ist. In dieser Jahrszeit herrschen in Bagdad westliche und namentlich südwestliche Winde³⁹⁾, die aus dem heissen und dürren

Hochlande Arabiens und Syriens kommen und daher keinen Wasserdampf herbeiführen. In der mesopotamischen Ebene selbst ist die leichte, ausgedörrte Erdkrume mit Geröllen der unterliegenden Kalkformation gemischt⁴⁰⁾, die durch die Sonnenstrahlen stark erhitzt werden. Im Winter geht die Richtung der herrschenden Winde nach Nordwest³⁹⁾ über, und nun spendet die kältere Luft Armeniens und Kurdistans durch ihre Mischung mit der Atmosphäre der warmen Niederung einen Niederschlag, der den Frühling der Steppe mit Blüthen schmückt. Die Vegetationszeit Mesopotamiens ist demnach ebenso rasch vorübergehend, als da, wo der Sommerpassat aus Nordosten weht. Nach Ainsworth's⁴¹⁾ Schilderung der Entwicklungsphasen zu Mosul (36° N. B.) keimen im feuchten Februar die Pflanzen, welche die einzige Zierde der Steppe bilden; März und April umfassen ihre Blüthenperiode, und schon im Mai herrscht die trockene Jahreszeit. Bis zum Ende dieses Monats war Alles bis auf die Artemisien und Mimosen verdorrt und blieb in diesem Zustande bis zum folgenden Jahre. Die Bodenkultur ist daher nur an die wasserreichen Ströme gebunden, die durch den schmelzenden Schnee hoher Gebirge genährt werden, und aus welchen das Land ehemals, wie Aegypten, kanalisirt wurde. Den Hochsteppen Armeniens gegenüber, mit denen Mesopotamien die Form der Traganthsträucher gemein hat, ist der Vegetationscharakter dadurch bezeichnet, dass zu den vorherrschenden Artemisien die Mimosen nebst einjährigen Gräsern sich gesellen, von den Kulturbäumen die Dattelpalmen und am Fusse der Gebirge auch die Oliven auftreten. Auch kommen nackte Strecken vor, wo der Boden nur von Lichenen bedeckt ist, die der Mannaflechte Arabiens und anderer Wüsten und Steppen entsprechen. Es sind die klimatischen Analogieen mit drei anderen Floren, die durch die Vegetation hier in die Erscheinung treten, wiewohl keine derselben mit Mesopotamien in unmittelbare Berührung tritt. Die Kürze der natürlichen Vegetationszeit, durch die geringe Dauer der winterlichen Niederschläge bedingt, erneuert in den Artemisien das physiognomische Bild der russischen Steppen, die Frühlingsvegetation der Mediterranflora in den einjährigen Gräsern und die hohe Wärme verknüpft diese Landschaften durch ihre Mimosen mit der arabischen Sahara. Wie aber durch Irrigationen die Entwicklungsperiode fast über das ganze Jahr ausgedehnt werden kann, zeigen neben dem

Kornbau namentlich die Kulturbäume. Bemerkenswerth ist es dabei, dass der Oelbaum und die Dattelpalme sich gegenseitig ausschliessen. Die Olivenkultur reicht von Kurdistan aus am Euphrat bis Anah [34° N. B. 42)] und ungefähr ebenso weit am Tigris, während erst jenseits dieser Breite die Datteln und zwar in bedeutendem Umfange erzeugt werden. Zwar finden sich noch einzelne Dattelpalmen zu Mosul (36°), aber ihre Früchte sollen daselbst nicht mehr reif werden. Ich bezweifle indessen, dass dieser Kulturgrenze klimatische Ursachen zu Grunde liegen, da der Oelbaum selbst von den Oasen der östlichen Sahara nicht ausgeschlossen ist und also auch das Klima von Bagdad wohl ertragen möchte, die Datteln von Valencia aber kaum unter günstigeren Bedingungen reifen, als in Mosul anzunehmen sind, vorausgesetzt dass eine genügende Bewässerung ihnen daselbst zu Theil würde. Es ist vielleicht nicht das Klima, sondern nur die bessere Kenntniss der Natur beider Gewächse und ihre angemessene Pflege, wodurch ihr Kulturgebiet in diesen Gegenden bestimmt wird. Denn den Kurden ist der Olivenbau von Syrien her bekannt, der sich daher am Fuss ihrer Gebirge entwickelt hat. Die Araber hingegen haben stets auf ihren Eroberungszügen die Dattelpalme ihrer Heimath überall anzusiedeln gesucht, wo das Klima es gestattete, in Mesopotamien, wie in Spanien, und sogar, wie vorhin bemerkt wurde, noch an der Küste des kaspischen Meers.

Westlich von Mesopotamien erstreckt sich ein Hochland bis an die Küstengebirge des mittelländischen Meers. Der grösste Theil dieses Raums, von den Erhebungen des Taurus bis Arabien, wird gewöhnlich als syrische Wüste bezeichnet. Da dieselbe jedoch durchaus von arabischen Wanderstämmen bewohnt und überall, so weit die Kunde reicht, von einer winterlichen Regenperiode befruchtet wird, kann sie uns nur als eine Steppe gelten. Die Beduinen ziehen mit ihren Heerden im Frühjahr nach Norden bis zur Gegend von Aleppo und sollen im Herbst sowohl nach Osten am Euphrat hinabwandern, als auch südwärts bis Nejed gelangen⁴³⁾, bis zu den Grenzen des an die centralen Gebirge Arabiens sich lehrenden Städtegebiets, woraus man wohl schliessen darf, dass die syrische Steppe sich gleichartig bis dahin ausdehnt und unmittelbar den Nordrand der arabischen Sahara berührt. Das Innere dieser weiten Landstrecken ist indessen geographisch noch unerforscht, und nur von dem

nördlichen und westlichen Rande der Steppe weiss man, dass ihr Humusboden mit Graswuchs und aromatischen Kräutern reichlich ausgestattet ist, wiewohl keine Flüsse vorhanden sind, die den Sommer hindurch ihr Wasser bewahren. Ein Reisender, der Russland und Afrika kannte, bemerkt, dass die sogenannte Wüste von Palmyra mehr den russischen Steppen als der Sahara gleiche⁴⁴). In gewissen Perioden der Geschichte blühte hier sogar eine höhere Kultur, wovon die zahlreichen Städteruinen auf der Hochfläche von Hauran ein Zeugniß aus dem Anfang unserer Zeitrechnung sind, und auch jetzt wird in dieser an der Ostseite des Jordan gelegenen Landschaft stellenweise Kornbau betrieben, indem zur Bewässerung Cisternen dienen, die den Niederschlag des Winters sammeln. Vielleicht hat in einem noch viel früheren Alterthum schon ein Ackerbau hier bestanden, der mächtig in die Kulturgeschichte eingriff, wenn die Vermuthung sich bestätigt, dass im Hauran einige unserer Cerealien wild wachsen. Das Niveau der syrischen Steppe ist noch unbekannt, aber da Damaskus in einer Thalfurche des Westrandes noch über 2000 Fuss hoch liegt (2250'), und da im Winter Reif und Schnee keine ungewöhnlichen Erscheinungen sind, so muss man schliessen, dass die Erhebung der Hochfläche mindestens die von Kleinasien und Palästina erreicht. Russegger⁴⁵) hat die Ebene von Hauran auf 2500 Fuss, das dortige Gebirge auf 6000 Fuss wahrscheinlich noch zu niedrig geschätzt.

Die Kenntniss der syrischen Flora beschränkt sich bis jetzt auf die westlichen Landschaften diesseits des Jordan, dessen Thal, tief eingesenkt unter dem Spiegel des Meers⁴⁶), Palästina von Hauran und Peräa scheidet. Hier finden wir zwischen der Küste von Beirut (34° N. B.) und der Ebene von Damaskus die Mediterranflora vom Inneren durch den Libanon schärfer gesondert, als weiter südwärts, wo die hohen Randgebirge fehlen und das Plateau von Jerusalem (32°) sich terrassenförmig erhebt. Auch im Norden (36°) sah Aucher-Eloy⁴⁰) zwischen Antiochien und Aleppo (1200 Fuss) den Uebergang von der mittelländischen zu der syrischen Vegetation plötzlich hervortreten. Dies ist jedoch nicht der Temperatur zuzuschreiben, die sogar auf der Hochebene von Palästina mit der der Küste nahe übereinstimmt⁴⁷), sondern der nach dem Inneren zunehmenden Trockenheit der Luft. So weit die alpinen Erhebungen des

Libanon reichen, entziehen sie den herrschenden Seewinden die Feuchtigkeit, aber auch der südlichen Hochlandterrasse sind auf dem ganzen Raume zwischen der fruchtbaren Küstenebene und dem Jordan bis zur Breite des todten Meers (31⁰) Mittelgebirge der Juraformation aufgesetzt⁴⁸), deren abgerundete Bergformen ebenfalls austrocknend auf die steilen Thalschluchten wirken, die in das tiefe Jordanthal sich hinabziehen. Klima und Vegetationscharakter werden in Palästina theils durch den Einfluss der arabischen Wüste, theils durch die Nähe des Meers bestimmt: daher die winterliche Regenzeit im Norden weit ergiebiger ist, als im Süden. Russegger⁴⁵) vergleicht Judäa mit den wild felsigen, unfruchtbaren Höhen des illyrischen Karsts, und gegen das todtte Meer geht diese Landschaft in ausgeprägte Felswüste über, wo nur in überaus engen Schluchten sich Erdkrume sammelt, wie in der am Grunde nur einige Klaffer breiten Rinne, die tief unter dem Kloster Saba zwischen 1200 Fuss hohen, fast senkrechten Felsen der Bach Kidron bewässert. Judäa kann daher nur in den Thälern, die fließendes Wasser führen, die Kulturpflanzen Südeuropas erzeugen, unter denen Oliven und Reben hauptsächlich bemerkt werden. Samaria hingegen hat eine reichliche Vegetation, und mehrere Gebirge sind bis zum Gipfel mit Wald bedeckt. An den Vorbergen des Dschebel Nabud fand Russegger freundliche Thäler mit Buchenwald, von Gazellen belebt und mit schönen Wiesen wechselnd, an den Abhängen der zum Karmel auslaufenden Kette kräftige Mischwälder von Eichen und Buchen. Dieser Charakter steigert sich jenseits dieses Höhenzuges in Galiläa, wo der Tabor bis zur Spitze bewaldet ist und das Thal des Kison die reichste Gartenerde besitzt. Hier breitet sich das üppigste Kulturland aus, in südlicher Vegetationsfülle schwelgend, von bedeutenden Bergströmen bewässert, mit reichem Weideland an den Berggehängen. Auch noch jenseits des Jordan trägt das Gebirge von Adschlun in Peräa dichten Eichenwald mit Pistazien und Arbutus⁴⁹).

In Syrien ist, wie in Mesopotamien, der Sommerpassat unterbrochen, den der Taurus in die tiefer gelegene Hochebene einzudringen abhält. Aber die westlichen Winde, die hier fast das ganze Jahr herrschen⁵⁰), indem das mesopotamische Tiefland wie ein örtliches Aspirationscentrum auf das Mittelmeer zu wirken scheint, sind ebenso trocken, wie jener Nordostwind. Die Regenzeit des Winters

dauert bis zum März; bis zum Oktober bleibt nun die Hochebene verödet, und da die Niederschläge in einzelnen, starken Güssen zu erfolgen pflegen, so ist die Wassermenge oft bedeutender⁴⁷⁾, als ihre Einwirkung auf die Vegetation erkennen lässt. Mit Mesopotamien verglichen, dessen milden Winter es theilt, unterscheidet sich Syrien durch eine weit geringere Sommerwärme und dadurch, dass der Ackerbau, ebenso wie dort der Irrigationen bedürftig, in den meisten Gegenden durch das Relief wenig begünstigt ist. Was die Bewässerung indessen leisten könne, wenn das Niveau sie fördert, zeigt auch im Inneren die reiche Kulturoase von Damaskus. Der mannigfaltige Wechsel der Hebungen und Senkungen des Bodens, auf engem Raume zusammengedrängt, gestattet zwar eine bunte Mischung mit Pflanzen aus den Nachbarländern, aber vermehrt auch zugleich die Anzahl der endemischen Gewächse Syriens. Die in der Bibel genannten Arten⁵¹⁾ von Bäumen und Sträuchern, deren Systematik genau erforscht worden ist, geben eine Vorstellung von diesem Eindringen der Vegetation aus der Mediterranflora und aus der Sahara: noch heute sind sie, wie auch die Kulturpflanzen, unter unveränderten klimatischen und örtlichen Bedingungen dieselben geblieben, wie in jenen fernen Zeiten des Alterthums. Am deutlichsten zeigt sich der Einfluss der Sahara in dem eingesenkten Thaleinschnitte des todtten Meers, aber, wenn man behauptet hat, dass hier in Folge des Niveaus ein tropisches Klima herrsche und dies durch indische Gewächse angedeutet sei, so ist dabei die Uebereinstimmung nicht berücksichtigt worden, welche die wüsten Landschaften Asiens und Afrikas verbindet. Von tropischen Vögeln hat man einige in der Oase von Jericho bemerkt, von tropischen Pflanzen finden sich nur solche, die auch in der arabischen Sahara einheimisch sind, mit welcher die Landschaften am todtten Meere durch die Sinaihalbinsel sich unmittelbar berühren. Die ausgezeichnetste Pflanzenform des tropischen Afrikas, die daselbst vorkommt, ist der Oschur (*Calotropis procera*), welche von Sudan aus über die Oasen der Sahara, sowie nach Asien sich weithin verbreitet.

Persien bildet eine nach Osten geneigte Hochebene, die, von Gebirgsketten rings umschlossen, die Charaktere des Plateauklimas rein ausbildet. Alle Gewässer, die, in den Randgebirgen entspringend, in ihrem Bereich, sofern die Irrigationen nicht vernachlässigt

sind, einen reichlichen Ackerbau begründen, versiegen doch im Inneren und pflegen in der Höhe des Sommers auszutrocknen. Die grossen Städte Persiens liegen als Centren dieser Bodenkultur dem nördlichen und südwestlichen Aussenrande der Hochebene genähert und in einem höheren Niveau [4000 Fuss⁵²]. Die grosse Wüste im Innern und im Südosten entspricht einer Depression des Bodens und senkt sich zur halben Höhe des oberen Tafellandes, in der Oase Chabbis noch tiefer. Aber auch eine centrale Gebirgskette theilt das persische Hochland, die des Kohrud, und soll sich an einigen Punkten bis zur Schneegrenze erheben. Sie durchzieht Persien in südöstlicher Richtung von Hamadan aus, an Ispahan vorüber bis Jezd und von da nach Kerman, bis sie zuletzt in das südliche Randgebirge von Beludschistan übergeht. Am Rande der Wüste erzeugt sie eine Hochsteppe, in welcher bei Jezd neben Halophyten endemische Dornsträucher und die durch ihre Gummiharze merkwürdigen Doldenpflanzen Persiens⁵³) den Vegetationscharakter bezeichnen. Man rechnet überhaupt, dass ein Drittel oder nach Anderen sogar die Hälfte der persischen Bevölkerung aus Nomaden besteht, also Steppen bewohnt, während die übrigen Bewohner sich mit Ackerbau und Gewerben beschäftigen⁵⁴).

Das persische Klima kennt, wiewohl fast überall zu Zeiten Schnee fällt, weder die Strenge des armenischen Winters, noch die Sommerwärme Babylonien's, ist aber doch, besonders im Norden, noch excessiv zu nennen. Die herrschenden Winde sollen in der warmen Jahreszeit, die vom heitersten Himmel begleitet ist, vom kaspischen Meere kommen, ein durch die Gebirge abgelenkter Sommerpassat, der im Winter mit äquatorialen Luftströmungen aus dem Golf von Oman abwechselt. Die ausserordentliche Trockenheit der Luft wird durch die Randgebirge gesteigert, aber der Winter bringt doch mit der Aenderung des Windes regelmässige Niederschläge, oft freilich nur von kurzer Dauer. In Schiras beobachtete sie Aucher-Eloy⁴⁰) von der Mitte des Januar bis zur Mitte des März, in anderen Gegenden umfassen sie den Zeitraum vom December bis zum April. In Schiras war der Februar der Blüthenmonat, und der Frühling Persiens wird von allen Reisenden als entzückend schön gepriesen. Die Vegetation ist, wiewohl in den Pflanzenformen den westlicheren Hochländern entsprechend, doch nach den Sammlungen Aucher-

Eloy's, Kotschy's und Bunge's in ihren Arten zum grossen Theil endemisch, was durch die einschliessenden Gebirge leicht erklärlich ist. Selbst nach den einzelnen Abschnitten des Landes weichen die Pflanzenarten erheblich von einander ab, die des Nordens und Südens durch die Kohrud-Kette, die des tiefer gelegenen Khorasan durch die Wüste gesondert. Auch ist der Unterschied der geographischen Breite in Betracht zu ziehen: so reicht die Dattelpflanzung im westlichen Persien nicht über Schiras ($29\frac{1}{2}^{\circ}$ N. B.) hinaus. In Kerman fehlt sie, weil diese Stadt zu hoch liegt, aber in der Oase von Chabbis (31°) ist sie sehr erheblich⁵⁵⁾, an diesem zum Grundwasser der Wüste eingesenkten Punkte wird sie unter denselben Bedingungen betrieben, wie in der Sahara. Auch in der nördlicher gelegenen Oase von Tebes (34°) sind die Dörfer von Dattelpflanzungen umgeben, deren Früchte reif werden.

Die merkwürdigste Eigenthümlichkeit Persiens, die sich in Afghanistan dann noch einmal wiederholt, besteht in den grossen Wüsten, die beinahe den dritten Theil der Oberfläche einnehmen und, durchaus verschieden von denen am Aral, in gewissen Gegenden fast unnahbar und selbst unfruchtbarer sein sollen, als die Sahara. Die grosse Salzwüste erstreckt sich von der Elborus-Kette bis zu den Gebirgen von Jezd und Kerman, sie scheidet die Hochebenen von Teheran und von Khorasan. Sie bildet, wie Buhse⁵²⁾ berichtet, eine nach Süden geneigte Ebene, deren tiefster auf 2000 bis 2500 Fuss geschätzten Einsenkung ein flussähnlich gestalteter, etwas mehr als eine g. Meile breiter Salzsee entspricht, dessen Wasser von einer Kruste fussdicken Salzes überall verdeckt wird. Nach der Darstellung dieses Reisenden ist die persische Salzwüste des organischen Lebens völlig beraubt: sie enthält in ihrem ganzen Umfange nur vier Oasen, und von diesen haben nur zwei süsses Wasser. Keine Pflanze, kein Grashalm wächst auf dem salzigen Boden, unter dessen Oberfläche zuweilen die reinen Salzkristalle anstehen: nur in der Nähe des Nordrandes erblickte Buhse ein einziges Mal einen einzelligen Halophyt. Diese Nachrichten sind von Bunge⁵²⁾ bestätigt worden, indem er über die Wüste von Kerman sagt, nachdem er sie drei Tage und drei Nächte auf Kameelen durchzogen, von so völligem Mangel an Vegetation in jeder Jahreszeit und in einer so grossen Ausdehnung habe er, obgleich er die Gobi aus eigener Anschauung

kenne, früher gar keinen Begriff gehabt, und um so überraschender sei die dicht angrenzende Oase von Chabbis gewesen, mit ihrem Reichthum an Palmen und Orangen. Die pflanzenlose Wüste wird von den Persern Luth, d. h. nackte Strecke genannt. So vollkommen von Vegetation entblösst seien übrigens andere, salzhaltige Wüsten in Kleinasien nicht, und noch weniger in Westpersien. Mit der Depression und Dürre des Hochlandes muss dessen Verödung zunehmen, und in Persien erkennen wir daher noch deutlicher, als in den übrigen asiatischen Wüsten, dass wir dem Relief und der Beschaffenheit des Bodens und nicht dem Klima allein ihren Ursprung beizumessen haben, wie dies in der Sahara der Fall ist. Wenn eine Wüste über einen ganzen Kontinent sich ausdehnt, wie in Afrika, so ist die Ursache ihrer Bildung in der Atmosphäre zu suchen, deren allgemeine Bewegungen, wie der Passatwind des Meers, von der Polhöhe abhängen und, über weiten Räumen gleichartig wirkend, den Niederschlag verhindern können. Wo dagegen, wie im Steppengebiet Asiens, die Wüsten sporadisch vertheilt sind, erzeugt sie entweder das Niveau oder die Mischung der Erdkrume. Von diesen beiden Fällen sind die grossartigsten Beispiele in den Meridianen des östlichen Persiens gegeben. War es der sandige Boden, wie am Aral, der die Feuchtigkeit in die Tiefe entweichen lässt, so ist derselbe ungeachtet seiner Dürre nicht ohne Vegetation. In der persischen Salzwüste, wo eine thonige Erdkrume das Salz zurückhält, fehlt das organische Leben ganz, wenn der eingesenkte Boden die Luftströmungen, von welcher Seite sie auch kommen mögen, übermässig erhitzt und die Wolkenbildung hindert, während zugleich das hohe Niveau die Trockenheit der Luft steigert und die etwaige Feuchtigkeit der Oberfläche durch Verdunstung sofort wieder entfernt wird.

Das Hochland von Afghanistan und Beludschistan, im Norden durch den Hindukusch von den Tiefebene Turkestans getrennt, wird durch eine von diesem Gebirge sich ablösende Kette in südlicher Richtung von Kabul bis Kelat in zwei Hälften getheilt und durch deren östliche Verzweigungen so gegliedert, dass der dem Indus zugewendete Abschnitt vielmehr ein Bergland mit weiten Hochthälern als eine Tafelfläche darstellt. Die Westhälfte von Kandahar nebst Herat ist Persien ähnlicher gebaut und im Süden durch die

Wüste von Beludschistan nicht minder verödet. Ob dieser auch tiefer gelegene⁵⁶⁾ Theil, den der in einen See ohne Abfluss mündende Hilmen bewässert, von dem Vegetationsgebiete Persiens zu sondern sei, ist noch ungewiss. Die Ergebnisse von Bunge's Forschungen in Herat sind noch nicht bekannt gemacht, und unsere Kenntniss der Flora von Afghanistan beschränkt sich fast nur auf die Sammlungen von Griffith und Stocks, von denen der Erstere aus dem östlichen Gebirgslande nicht über Kandahar hinauskam und nur in Kabul und am Hindukusch länger verweilte, der Letztere von Beludschistan aus nur bis Quetta (30⁰) gelangt ist. Diese Osthälfte des Landes ist, wiewohl die Gebirge selten die Schneegrenze erreichen, weit höher gelegen¹⁾ als Persien, aber da die abgerundeten Kämme nicht bedeutend (etwa 500—2000 Fuss) über die Thäler emporragen, so besitzt doch fast nur der östliche Hindukusch einen Waldgürtel, und das ganze Land erscheint im Gewande einer Hochsteppe. Nur in der Nähe der Ortschaften haben sorgfältige Irrigationen dieselbe in Kulturland verwandelt, welches an den Ufern der Gebirgsflüsse mit Wiesen von reichem Heuэрträge abwechselt. Die Winterkälte ist beträchtlich, aber die Wintercerealien schützt in Kabul eine Schneedecke⁵⁷⁾. Im Sommer herrschen Westwinde⁵⁸⁾, die, durch die Tiefen am Indus aspirirt, von heiterem Himmel begleitet sind und bis hoch in die Gebirge hinauf mit der Trockenheit der Luft auch die Wärme bedeutend steigern. Die Zeit der atmosphärischen Niederschläge ist auch hier nur auf den Winter und Frühling beschränkt, auf die Jahreszeiten, in denen der Antipassat die Gebirge berührt und an sie seine Feuchtigkeit abgiebt. Wir sehen daher, dass, mit Ausnahme von Persien, in allen Hochländern des Steppengebiets von der syrischen Küste bis zum Indus der Sommerpassat in Folge der abgesonderten Aspirationscentren Mesopotamiens und Indiens wenigstens in den unteren Luftschichten durch entgegengesetzte westliche Strömungen unterbrochen wird, und dass dennoch der Verlauf der Jahreszeiten, der die Steppenvegetation hervorruft, stets derselbe bleibt, ein blüthengeschmückter Frühling diesen Gegenden allein vergönnt ist.

Den Vegetationscharakter Afghanistans bezeichnet Griffith⁵⁹⁾ als kleinasiatisch, Stocks⁶⁰⁾ findet ihn übereinstimmend mit dem südlichen Persien. Hiemit erscheint die Gleichartigkeit der Pflanzen-

formen in dem ganzen Umfang der Hochländer vom Mittelmeer bis zum Indus ausgesprochen. Die Astragaleen, die stechenden Statischeen, die Artemisien und Labiaten, die Zwiebelgewächse, die zahlreichen Cruciferen, Boragineen und Doldenpflanzen sind in Afghanistan neben den Halophyten für dieses Verhältniss massgebend. Griffith erwähnt, dass er daselbst sechzig *Astragalus*-Arten gesammelt habe, und in seiner Sammlung, sowie in der Bunge's aus Herat, sind auch die *Traganth*-Sträucher vertreten. Der Trockenheit und Hitze des Sommers entsprechen die Dornenbildungen, die vielleicht in keinem Theile des Steppengebiets so häufig sind, wie hier, ebenso die Wollhaare an den Organen und ihre ätherischen Oele. Die eigenthümliche Stellung des Landes beruht auf der allgemeinen Verbreitung strauchartigen Wachstums und darauf, dass aus dem Himalaja und aus den dürren Landschaften Indiens gewisse Arten erst an der afghanischen Centralkette und im Hindukusch ihre westliche Grenze finden. Nirgends, bemerkt Stocks⁶¹⁾, ist der Boden nackt, Anhöhen und Ebenen sind gleichmässig von den niedrigen Sträuchern bekleidet, viele Gewächse, besonders die allgemein vorkommenden Artemisien und Labiaten zeichnen sich durch ihren Duft aus, das ätherische Oel soll sogar dem Fleische der Schafe und Ziegen einen »fast aromatischen« Geschmack geben. Wenn die Sonne im Junius die trockene Jahreszeit bringt, gewähre diese Vegetation freilich einen dürren Anblick: im Frühlinge sei hingegen die Färbung der Landschaft ein dunkles Olivengrün, wogegen das frische Grün der angebauten Thäler einen angenehmen Gegensatz biete. In den steinigigen Gegenden, wo niedrige, blattarme, dornige Halbsträucher vorherrschen, aber doch nur vereinzelt wachsen können, ist die Physiognomie der Landschaft indessen minder erfreulich, und eine solche Beschaffenheit des Bodens ist häufig genug. Von dem Einfluss der indischen Flora wird der Südrand von Beludschistan am meisten berührt, der, ebenso wie die südliche Küste Persiens, einen Uebergang theils zur arabischen Sahara, theils zu den Wüsten von Sind und vom Punjab darstellt. In dem Waldgürtel des Hindukusch bemerkt man ebenfalls nicht europäische und persische, sondern Bäume des Himalaja (allein 5 Coniferen nebst *Aesculus* und *Dalbergia Sissoo*), eine Erscheinung, die sich daraus erklärt, dass der orographische Zusammenhang mit der Elborus-Kette zwar in Khorasan nirgends

unterbrochen zu sein scheint, dass aber in dieser Richtung die Wälder aufhören und schon der westliche Hindukusch baumlos und minder hoch ist.

In dem Ackerbau der Hochthäler Afghanistans lässt sich eine Annäherung an die Vegetationsbedingungen Tibets bereits erkennen, eine Aehnlichkeit, wie sie nach der Bodengestaltung sich erwarten lässt. Eine massenhafte Anschwellung der Erdoberfläche bewirkt, wie uns schon die Alpen des Engadin gelehrt haben, auch wenn sie durch Bergzüge zu Thalbildungen gegliedert ist, gleich den Hochebenen eine bedeutende Steigerung der Sommerwärme und damit eine Erhöhung aller Vegetationsgrenzen. Weizen und Gerste sollen in Afghanistan bis zum Niveau von 9400 Fuss⁵⁸) fortkommen; bei Kabul (6000 Fuss) wird sogar Reis gebaut; die Obstbäume sind fast dieselben wie in Buchara, neben einigen eigenthümlichen⁶²) theils nord-, theils südeuropäische, ihre Früchte ebenfalls berühmt, auch die Weinkultur ist von Bedeutung. Die Dattelpalme steigt von der Südküste bis in die wärmeren Hochthäler (— 4400 Fuss) und wird in Beludschistan von einer Zwergpalme begleitet (*Chamaerops Ritchiana*), die nordwärts den Fuss des Hindukusch bei Attok am Indus erreicht. In der Höhe von Kabul, wo die Nachtfroste spät in das Frühjahr reichen, sind die Zeiten der Saat und Ernte denen von Europa ähnlich⁵⁷), die Sommerfrüchte können erst im Mai bestellt werden und reifen im August und September. Um so merkwürdiger ist unter diesen Umständen die Kultur von Reis und Mais, wobei man entweder eine ungemeine Beschleunigung der Entwicklungsphasen dem Klima zuschreiben oder annehmen muss, dass man dort Spielarten dieser Cerealien besitzt, die sich durch eine kurze Vegetationszeit auszeichnen, wie man sie vom Reis in China, vom Mais in Nordamerika erzeugt hat.

Die Flora von Tibet umfasst den ganzen, von den höchsten Gebirgen der Erde erfüllten und umkränzten Raum vom indischen Kamm des Himalaja bis zum nördlichen Fusse des Künlün, wo die Ebene von Ilchi nur 4000 Fuss hoch liegt²) und nun die Gobi-Steppe beginnt. Die älteren Vorstellungen, dass Tibet eine einförmige Hochebene sei, wurden schon von Humboldt berichtet, und seine Ansichten sind durch die späteren Entdeckungsreisen in Centralasien bestätigt und erweitert worden. Es ist willkürlich, hier verschiedene

Gebirgssysteme zu unterscheiden ⁶³): denn die Ketten des Himalaja, des Karakorum und des Künlün verhalten sich zu einander, wie die drei Hauptzüge der Alpen, indem sie überall durch ihre Gliederungen zusammenhängen. Wie mit fortschreitender geographischer Kunde sich der Begriff der Anden erweitert hat, so möchte ich auch dieses ganze System Hochasiens als Himalaja bezeichnen, wobei die südliche Kette als die indische zu unterscheiden wäre. In diesem Sinne erstreckt sich das höchste Gebirge der Erde ⁶⁴) über mehr als zwölf Breitengrade (40° — 27°), von den Grenzen Bucharas bis zu dem indischen und chinesischen Tieflande. Wie es im Osten gegen das letztere sich abdacht, ist geographisch noch unerforscht; genauere Kunde hat man jenseits der nach Indien führenden Pässe nur von Klein-Tibet und den nördlich angrenzenden Landschaften. In diesen Meridianen finden sich Hochebenen nur im Bereich der beiden nördlichen Ketten (30° — 37° N. B.), und auch diese sind meist von geringem Umfang. Abgesehen von einzelnen Seebecken breiten sich weder das Hauptthal des Indus in Klein-Tibet ⁶⁵), noch dessen Nebenthäler irgendwo zu Tafelländern aus, sondern die weithin gedehnten Bergketten treten dicht an die Furchen des fließenden Wassers, und ein geneigter Boden ist daher allgemeiner Charakter dieses Theils von Centralasien. Aber die Hochthäler Tibets theilen dennoch die Vortheile des Plateauklimas: die Verhältnisse sind dem Flächenraume nach so grossartig, die Böschungen so sanft, dass, wie Gerard sich ausdrückte ⁶⁶), die schneebedeckten Gipfel in der Weite ihrer Entfernung erleichen, wie ein Bild, das in der Erinnerung nur eine dämmernde Vorstellung zurücklässt.

Die tibetanischen Hochthäler ⁶⁷) senken sich von 14000 bis 10000 Fuss, ohne dass die Flora sich ändert, und noch höher liegen die nördlichen Hochebenen (15000 Fuss). In dem hohen Niveau der Thäler wird dennoch an den Flüssen Getraidebau betrieben (bis über 13000 Fuss), selbst einzelne Bäume kommen fort (hochstämmige bis 12600 Fuss). Hier haben die Irrigationen nicht bloss die excessive Trockenheit und Dürre des Steppenklimas zu überwinden, sondern die geringe Sommerwärme ⁶⁸) scheint mit dem Anbau ebenfalls schwer in Einklang zu bringen, so sehr auch die sanfte Neigung des Reliefs die Abnahme der Temperatur verzögert. Zwar finden wir in Leh, der Hauptstadt von Klein-Tibet (10800 Fuss), den

Sommer noch ebenso warm, wie in Stockholm (12⁰,7), aber wenn man in Hochasien auf 800 Fuss Erhebung eine Wärmeabnahme von einem Grad rechnet ⁶⁹⁾, so würde an der oberen Grenze des Getraidebaus die Vegetation unter noch ungünstigeren Bedingungen stehen, als da, wo derselbe in Lappland aufhört. Nirgends auf der Erde giebt es einen deutlicheren Beweis, dass die Insolation in den oberen Schichten der Atmosphäre zunimmt, wenn sie eine so erwärmungsfähige Fläche trifft, wie hier, und dies dient daher auch zur Aufklärung über die Kulturbedingungen in den hochgelegenen Thälern Afghanistans. Unstreitig wird die Wärme auch durch die Trockenheit der Luft erheblich gesteigert, indem die Sonnenstrahlen auch im aufgelösten Wasserdampf an Kraft verlieren. Moorcroft ⁷⁰⁾ sah zu Leh in der Julisonne das Thermometer auf 50⁰ steigen, selbst des Nachts fiel es zu dieser Zeit nur auf 19⁰, und sogar in der Mitte des Winters beobachtete er ein Steigen des Quecksilbers auf 23⁰ in den Sonnenstrahlen. Die starke Insolation kompensirt nicht bloss die Abnahme der Mittelwärme, sondern auch die Kürze des Sommers, und bringt das Getraide zuweilen rascher zur Reife, als in Lappland. Frost und Schnee beginnen in Leh zu Anfang September und dauern mit wenig Unterbrechung bis Anfang Mai, so dass hier allerdings vier Monate für die Bestellung des Ackers frei sind und der Weizen daher gut fortkommt. Auch wird die Gerste gewöhnlich erst in der zweiten Hälfte des Mai gesäet und im September geerntet ⁷¹⁾, allein Moorcroft erwähnt auch den Fall, dass dieselbe im Niveau von 10000 Fuss schon zwei Monate nach der Saat zur Ernte reif wurde, in dem eingeschlossenen Thale von Pituk, wo die Insolation durch reverberirte Strahlen gesteigert ist.

Ein grösseres Hinderniss, als in der Temperaturabnahme, findet der tibetanische Ackerbau in der Trockenheit der Luft und der Seltenheit des Regens. In dem Hauptthale des Indus ⁶⁵⁾ finden keine Niederschläge statt, die den Boden vollständig benetzen; auch im Winter fällt wenig Schnee, und die Flüsse empfangen ihr Wasser aus den mehr als 10000 Fuss höheren Bergketten, an denen sich der Wasserdampf zu einer weitläufigen Region ewigen Schnees ansammelt. Noch viel ungünstiger sind die Verhältnisse in Gross-Tibet ⁷²⁾, wo im Winter gar keine Niederschläge zu erfolgen scheinen. Die Punditen, welche von Nepal aus in dessen Hauptthal gelangten und

bis Hlassa vordrangen, erlebten während der ganzen Dauer ihrer Reise, vom Oktober bis zum Juni, nur einmal einen Schneefall und niemals Regen⁷³). Wenn auch in den Hochthälern nur örtliche Winde aus verschiedenen Richtungen bemerkt werden, so scheint doch über das Gebirge Hochasiens eine dauernde Polarströmung zu wehen, die von Indien aspirirt wird und keine Verdichtung des in diesen grossen Höhen ohnehin so spärlichen Wasserdampfs zulässt. Erst an den höchsten Erhebungen, die wahrscheinlich in den Antipassat hinaufreichen, wird die doch sehr beträchtliche Anhäufung von ewigem Schnee erzeugt, welche die mächtigen Gletscher der Karakorum-Kette bildet, aus denen ein Theil des Wasserreichthums stammt, der in den beiden grossen Strömen des Indus und Brahmaputra gesammelt wird. Nur aus einer Polarströmung in den unteren Luftschichten ist es zu erklären, dass in den Hochthälern und Ebenen, sowie an den schwach geneigten Abhängen, die Unfruchtbarkeit sich zur nackten Wüste steigern kann, und dass das weite Gebiet des Yaru gegen das enger eingeschlossene des Indus in seinen Kulturbedingungen zurücksteht. Die Hochebenen am Künlün sind auf beträchtlichen Räumen oft ohne alle Vegetation, die höchsten derselben³) liegen selbst über dem Niveau der Schneegrenze und sind doch schneefrei, nur von wasserreichen Bächen durchfurcht, die von dem Firn der Gipfel und von den Gletschern der Gehänge gespeist werden⁷⁴). Hier ist es, wie Schlagintweit bemerkt, nur dadurch den Heerden von wilden Pferden, von Yaks und anderen Wiederkäuern, die diese Einöden beleben, möglich, ihr spärliches Futter zu finden, dass sie täglich Strecken von mehreren Meilen zurücklegen, um zu den einzelnen, zerstreut liegenden Grasplätzen zu gelangen. Aehnlich verhält es sich mit dem Ackerbau am Yaru in Gross-Tibet, der zwar bis zum Niveau von 13100 Fuss betrieben werden kann, aber nur eine Kulturoase längs des Flusses bildet⁷⁴), während darüber das Land zu einer Region, die nur noch der Viehzucht dient, weithin ausgedehnt ist. Hier kommen zu Schigatsa nur im Sommer, namentlich im Juli und August, heftige Regenschauer vor⁷³), wahrscheinlich, weil dann, zur Zeit der grössten Stärke des Südwestmonsuns, der Brahmaputra seine Wolken in das Seitenthal hinaufsendet. Der Verlauf der Jahreszeiten ist also von dem des übrigen Steppengebiets durchaus abweichend und, da die Vegetation dem-

ohngeachtet dieselbe ist ⁷⁵⁾, wie im westlichen Tibet, so kann der Einfluss dieser vorübergehenden Regenzeit nicht von Bedeutung sein. Das fließende Wasser ist auf dem dünnen Boden der tibetanischen Hochthäler die einzige Bedingung eines ergiebigen Ackerbaus und dient zugleich der einheimischen Vegetation zur Belebung. Mit dem Weizen, der Gerste und dem Buchweizen, den Cerealien Tibets, sind es auch die Obstbäume ⁷⁶⁾, die Pappeln und Weiden, die an den Flusslinien der Bewässerung die Möglichkeit des Fortkommens verdanken.

Der Anblick Tibets ist der einer weiten Oede, die Vegetation überaus dürftig, der Boden steinig, Weidegrund mit kurzer Grasnarbe nur stellenweise vorhanden. Auch von den Gebirgen sind zusammenhängende Wälder ganz ausgeschlossen. Wenn man die Laub- und Nadelhölzer der indischen Seite des Himalaja verlassen hat, begegnet man erst wieder am nördlichen Abhange des Künlün, dem ersten, aber auch hier nur spärlich erscheinenden Walde, der aus Pappeln zu bestehen scheint ⁷⁷⁾. Im Flussgebiete des Satlej steigt, vom übrigen Tibet ausgeschlossen, bis in das Spiti-Thal noch eine Conifere (*Juniperus foetidissima*), ein Baum, der die oberste Waldregion in Kunawur bildet und in Kaschmir mit anderen Nadelhölzern des Himalaja zusammentrifft ⁶⁵⁾. Wenn aber auch an den Strömen der grossen Hochthäler Tibets nur vereinzelte Laubhölzer vorkommen, so werden doch zuweilen die Gesträuche dieses Landes baumartig. In einer Nebenschlucht des Indus fand Thomson im Niveau von fast 13400 Fuss ⁶⁷⁾ ein Gehölz, welches aus einer bis zu 15 Fuss hohen *Myricaria* von armdickem Stamm bestand, und im Shayuk-Thale zwischen kahlen Schneebergen ebenfalls ein Dickicht von *Hippophae*, die hier zu einem kleinen Baume ausgewachsen war. Nicht die Kürze der Vegetationszeit steht in Tibet dem Baumleben entgegen, sondern die Dürre des Bodens und die Trockenheit der Luft. Denn da die Weizenernten vier Monate in Anspruch nehmen, so würde die Temperaturkurve des Jahrs auch gewissen Bäumen genügen können. Unter allen Pflanzenformen fallen daher auch die Sträucher am meisten auf, die weniger Wasser bedürfen, als die Bäume, und eine längere Entwicklungsperiode haben, als die Kräuter. Schon von den ersten Forschern, die von Indien aus die Pässe des Himalaja überstiegen, finden wir Dornsträucher mit gefiedertem

Laube (unter der Bezeichnung Furze) als charakteristisch für die tibetanische Flora hervorgehoben, von denen einige zuweilen Mannshöhe erreichen (Arten von *Caragana*, neben kleineren Traganthsträuchern). Solches Gestrüpp hört erst bei 16000 Fuss auf, in einem höheren Niveau, als die meisten Gräser, gerade wie die Sträucher der Wüsten am Aralsee jenseits der Grassteppe auftreten. Zur Feuerung ist man in Tibet auf diese Sträucher beschränkt und benutzt hauptsächlich eine Art, welche die höheren Abhänge bekleidet (*Caragana versicolor*). Aber auch die Gesträuchformationen sind selten und finden sich nur da, wo die Feuchtigkeit im Boden sich sammelt⁶⁵⁾. So begleiten auch die Flüsse Tamarisken, Weiden und ähnliche Gebüschformen. An den Berggehängen, die von schmelzendem Schnee getränkt werden, wachsen zahlreichere Weidenarten mit jener *Caragana* in Gesellschaft. Ueberhaupt zeigt sich eine durchgreifende Verschiedenheit zwischen der Vegetation der Thäler und des geneigten Bodens über denselben: allein dies sind nicht, wie Thomson meinte, zwei durch Höhe und Klima gesonderte Regionen, sondern durch den Bodeneinfluss und dessen verschiedenartige Befechtung gesonderte Pflanzenformationen. Die Beschränkung des Begriffs einer alpinen Region auf die oberen Abhänge passt hier um so weniger, als auch die Thäler ebenso wohl alpine Gattungen enthalten und der Charakter der ganzen Flora daher auf der Vermischung von arktischen und Steppen-Formen beruht. Darin besteht eben die Eigenthümlichkeit Tibets, dass die Klimate der Steppe und der alpinen Regionen hier verbunden sind, dass auf dem dünnen Boden die Vegetationszeit durch die Trockenheit der Luft und am fließenden Wasser durch die Dauer des Winters verkürzt wird. Aber auch in den Flussthälern sind die Steppenpflanzen noch mehr, als auf den Bergen, begünstigt, weil sich häufig in alten Seebecken ein salzhaltiger Boden findet, der dann sofort Chenopodeen und Artemisien hervorruft. Der wesentlichste Unterschied des landschaftlichen Charakters der Thäler und der Gebirgsabhänge besteht offenbar darin, dass jene eine zusammenhängende Pflanzendecke erzeugen können, und dass diese grossentheils eine pflanzenlose Wüstenei darstellen, weshalb Jacquemont⁷⁸⁾ mit Recht an den Pässen des Spiti-Thals von einer 2000 Fuss breiten, nackten Region zwischen der Vegetationsgrenze und der Schneelinie sprach: dies ist ein Gegen-

satz, der nicht auf der Temperaturabnahme, sondern auf der Vertheilung des fließenden Wassers, der ersten und nothwendigsten Bedingung des Pflanzenlebens in einem so trockenen Klima, beruht. Allein die Oede der Natur auf einem grossen Theil der Oberfläche des Gebirgs, die im Himalaja keine Sennwirthschaft sich hat entwickeln lassen, wird einigermaßen durch das ungemein hohe Ansteigen alpiner Pflanzenformen auf befeuchtetem Boden ausgeglichen. Die höchste phanerogamische Vegetation Tibets fanden die Gebrüder Schlagintweit⁷⁹⁾ in dem Niveau von 18590 Fuss, gegen 600 Fuss oberhalb der Schneegrenze. Nirgends ist die Unabhängigkeit der Steppenflora von dem Niveau deutlicher ausgedrückt, als in Tibet, wo man Gräser von besonderem Bau findet, die zugleich in dem kaspischen Depressionsgebiete einheimisch sind⁸⁰⁾.

Von der Gobi sind nur die östlichen Gegenden näher erforscht worden, wo diese Steppe auf dem Wege von Sibirien nach Peking gekreuzt wird, und wo sie über die russische Grenze in Daurien eintritt. Aber gerade das Wenige, was man vom Klima und von der Kultur der westlichen Landschaften (von Thianschannanlu) weiss, ist von besonderer Bedeutung. Hier erhebt sich über einer Reihe blühender Städte der Thianschan beinahe waldlos, indem der Waldgürtel dieses hohen Gebirgs grösstentheils seinen äusseren Abdachungen anzugehören scheint, die dem songarischen Tieflande zugewendet sind. In gleichen Breiten mit Buchara und der Kirgisensteppe gelegen, aber diesen Tiefebene als ein östliches Tafelland gegenüber stehend, erstreckt sich die Gobi, vom Thianschan und Altai im Norden und im Westen vom Bolor begrenzt, bis zu den flachen Stromgebieten Chinas. Diese Randgebirge, welche sie nebst dem Künlün im Südwesten und dem Chingan im Osten umkränzen, sind an mehreren Stellen durch weite Lücken unterbrochen, wodurch die Vermischung ihrer Steppenflora mit den Erzeugnissen anderer Gegenden erleichtert wird: solche Uebergänge finden sich zwischen dem Thianschan und Altai zur Kirgisensteppe, im Osten des Künlün zu Tibet, und im daurischen Ononthal (50° N. B.), welches das Apfelgebirge von Chingan trennt, zu Sibirien. Auch an der chinesischen Seite scheinen ununterbrochene Abdachungen zum Tieflande vorzukommen. Das Niveau der Gobi ist durch Messungen nur an einigen Orten⁸¹⁾ bekannt, wo es dem der persischen Hochebene

entspricht (4000 Fuss) und auch, wie diese, tiefer eingesenkte Landschaften einschliesst.

Auf das Klima üben die Randgebirge einen bedeutenden Einfluss. Im mongolischen Osten, wo jene offene Verbindung mit Sibirien besteht und auch die Polhöhe zunimmt (42—50° N. B.) ist die kontinentale Wärmevertheilung stark ausgeprägt, im turkestanischen Abschnitt zwischen dem Thianschan und Künlün (37—43°) finden wir mit gleichfalls hoher Sommerwärme einen so milden Winter gepaart, wie man im Herzen von Asien und auf hoher Grundfläche (4250 Fuss) durchaus nicht erwarten sollte. Diese Erscheinung, durch die Kulturprodukte des Landes angedeutet, beschäftigte Humboldt⁸²⁾ lebhaft. Den Weinbau von Hami (43° N. B.) zu Grunde legend, hielt er es für wahrscheinlich, dass der Boden daselbst das Niveau von 2640 Fuss nicht erreiche. Die Produkte⁸³⁾ von Khotan und Kaschgar sind in der That fast die nämlichen, wie im Tieflande von Buchara: ebenso wie dort beruht ihre Erzeugung auf Irrigationen; mit dem Weizen wird Mais und Reis, auch Baumwolle wird gebaut, neben dem Wein und dem Morus finden wir unter den Früchten des Landes den Pflirsich und die Aprikose, selbst Oliven und Granatäpfel bezeugt. Nach chinesischen Quellen soll Hami sogar Orangen hervorbringen⁸²⁾. Dennoch hat sich die Vermuthung Humboldt's, dass der Boden am Fusse der Gebirge eingesenkt sei, wenigstens in Khotan nicht bestätigt; es liegen jetzt Johnson's umfassende Höhenmessungen⁸¹⁾ vor, nach denen die weiten Ebenen, in denen jene Kultur stattfindet, in einem noch etwas höheren Niveau liegen, als die Gobi zwischen Peking und Kiachta. Die Bodenerzeugnisse dieses Tafellandes müssen daher aus den klimatischen Bedingungen ihrer Kultur selbst erklärt werden. In dieser Beziehung geben neuere Nachrichten⁸⁴⁾ über den Verlauf der Jahreszeiten in Kaschgar näheren Aufschluss. Der Winter ist so milde, dass weder die Flüsse gefrieren, noch der spärlich fallende Schnee über drei oder vier Tage liegen bleibt. Auch Nebel und Regen werden im Winter selten beobachtet: vom September bis zum März regnete es nur an zwei Tagen, und auch dann nur mit Unterbrechungen, obgleich die herrschenden Winde aus Westen kamen. Die Bellaubung der Bäume begann Anfang März, dann blühten auch Tulpen und Anemonen, erst Ende Oktober fingen die Blätter an abzufallen. Den Sommer

hindurch soll eine drückende Hitze herrschen, während dichte Staubwolken die Luft erfüllen und Regenschauer äusserst selten sind. Das Klima ist also hier, in der Breite von Valencia (39° N. B.), dem des Mittelmeergebiets zu vergleichen, aber es unterscheidet sich durch eine hohe Trockenheit der Luft in allen Jahreszeiten, und dadurch, nicht durch den Winter, wird das Land zur Steppe und Wüste. Es würde jene Produkte nicht erzeugen können, wenn es nicht von den drei es umschliessenden Schneegebirgen aus mit Gewässern reichlich versorgt würde, die sich zum Tarim vereinigen, einem Flusse, der in den Lop-Noor sich ergiesst. Das fliessende Wasser stellt eine Vegetation von acht Monaten zur Verfügung, und die hohe Sommerwärme vermehrt den Zuckergehalt der Früchte. Die Trockenheit des Klimas ist leichter zu begreifen, als die Milde des Winters: denn die Richtung der Luftströmungen ist hier von keiner Bedeutung, weil sie auf den Gebirgsketten ihren Wasserdampf verlieren, und die einzige geöffnete Seite, die östliche, die der Gobi selbst ist. Aber auch vor den kalten, sibirischen Polarwinden schützt der Thianschan diese Hochebene, der auf die an seinem Fusse gelegenen Städte Aksu, Hami und andere ähnlich wirken wird, wie die Alpen auf die lombardischen Seeufer. Die Seltenheit der Wolkenbildungen lässt der Insolation den freisten Spielraum, und die Höhe des Niveaus verstärkt dieselbe auch im Winter, wenn auch in geringerem Grade, als oben von Leh erwähnt wurde. Dies scheinen die Bedingungen zu sein, unter denen hier am Aussenrande der Hochebene eine beträchtliche Zahl grosser Städte und Mittelpunkte der Bodenkultur sich entwickelt haben, im Gegensatze zu den vom Gebirge entfernteren Gegenden, die wüst und unbewohnt sind, obgleich sie, nach dem Laufe der Flüsse zu urtheilen, in einem tieferen Niveau liegen. Denn, wie in Buchara, grenzt unmittelbar an den irrigirten Kulturboden eine Wüste mit beweglichen Dünen aus Flugsand, fast völlig von Vegetation entblösst⁸⁵⁾ und mit salzhaltigen Thonschichten wechselnd. Auch hier scheinen, wie in Persien, die tiefsten Niveaus der Wüste anzugehören, deren Umgebungen aus Steppen zu bestehen; aber die vielfältige Bewässerung durch zahlreiche Gebirgsflüsse bewirkt, dass fruchtbare Landschaften selbst mit Baumdickichten begrünt, sich »wie blühende Inseln« in die Oede hinabziehen. So ist es auch hier nur das Gebirge, welches Oasen erzeugt, wogegen in

den weiten mongolischen Hochebenen der Gobi keine Städte gegründet wurden, sondern, wie in der Kirgisensteppe, nur wandernde Hirtenvölker umherschweifen.

Dass in diesen mittleren und östlichen Theilen der Gobi ebenfalls Wüsten und Steppen mit einander wechseln, ist wahrscheinlich. Aber die Nomadenbevölkerung von mongolischen und türkischen Stämmen, die eben von der Gobi aus zu wiederholten Malen in die Kulturländer des Westens, wie des Ostens erobernd einbrachen, ist viel zu zahlreich, als dass man nicht den Steppen und Weideländern einen viel grösseren Umfang, als der Wüste, zuschreiben müsste. Ohnehin wiederholen sich die Sandwüsten Hochturkestans nur selten in den östlicher gelegenen Gegenden, wo die steinige und felsige Beschaffenheit des Bodens bis nach Daurien überwiegt⁸⁶⁾. Auf dem Wege von Kiachta nach Peking wurde die Gobi zwar streckenweise wasserlos gefunden, aber doch nur auf wenigen Tagemärschen, und selbst hier von Weideplätzen mit Grundwasser in geringer Tiefe unterbrochen. Timkowski⁸⁷⁾ zog diese Strasse sowohl im Winter als im Sommer; nach seinen Angaben scheinen die klimatischen Verhältnisse denen in den Aralsteppen ähnlich zu sein. Es ist anzunehmen, dass auch in der mongolischen Gobi das Relief und das Verhalten des Wassers zum Boden für die Vegetation massgebend sind, und dass in dem eingesenkten Raume die Wüste über die Steppe die Oberhand gewinnt. Auf jener Strecke liegt die Mitte tiefer, als die Ränder, und ist eben hier 17 g. Meilen breit wüst. Auch in den Gegenden, wohin im Südosten von Hami mehrere versiegende Flüsse sich wenden, wo also das Niveau sich senken wird, soll wasser- und pflanzenlose Wüste sich ausbreiten⁸⁵⁾.

Der Vegetationscharakter der daurischen Hochsteppen ist dem der Kirgisensteppe ähnlich⁸⁸⁾, wengleich die Bestandtheile der Flora sehr verschieden und darunter viele endemische Arten enthalten sind. Die Tulpen Orenburgs werden durch Iris-Arten (*J. halophila*), die Steppengräser durch neue Formen ersetzt (*Elymus pseudoagropyrum*); die Stauden zeichnen sich durch schmale Blätter aus, aber im Gegensatz dazu findet sich auch hier, wie fast im ganzen Umfange des Steppengebiets, das mächtige Rheum: die Rhabarberwurzeln des Handels sind eben ein eigenthümliches Produkt der Gobi, von einer noch nicht aufgefundenen Art, die in Hochturkestan einheimisch zu

sein scheint. Auch die Dornsträucher fehlen dem steinigen Boden nicht, der in Daurien fast ohne Humusdecke vorherrscht, sie werden hier, wie in der Songarei, durch die bis Tibet verbreitete Gattung *Caragana* vertreten (*C. microphylla*). In den Senkungen der welligen Oberfläche endlich herrschen auch hier die Halophyten, die Chenopodeen und Artemisien, die erst im Herbst ihre Entwicklung abschliessen. Uebrigens fällt ungeachtet der Schneearmuth des Winters die Vegetationszeit der daurischen Steppen in den verspäteten Frühling, im Mai und Juni sind sie mit Blüthen reichlich geschmückt.

Ueberblicken wir nun nach der Uebersicht seiner vielfachen Gliederungen noch einmal das ganze Steppengebiet, so müssen wir erkennen, dass die austrocknenden Wirkungen des Sommerpassats, von dem unsere Untersuchung ausging, nicht ausreichen, die übereinstimmenden Erscheinungen des Pflanzenlebens zu erklären. Zwar sind es nur wenige Landschaften, wo unter dem Einflusse der Gebirge der Verlauf der Jahreszeiten sich ändert und die Entwicklungsperiode der Vegetation sich verlängern kann, aber die Richtung der Luftströmungen ist, wenigstens in den unteren Schichten der Atmosphäre, häufig derjenigen entgegengesetzt, welche die allgemeine Konfiguration der Kontinente fordert. Wir haben aber ferner gesehen, dass auch in diesen Fällen der Sommer meist ebenso trocken bleibt, wie bei herrschenden Polarströmungen, und hierin liegt die Ursache von der Uebereinstimmung der drei Jahreszeiten in den verschiedensten Gegenden des Steppenklimas. Die Gegensätze des Reliefs, die diesen Störungen allgemeiner Verhältnisse zu Grunde liegen, erheischen, nachdem sie im Einzelnen betrachtet wurden, nun zum Schluss noch eine zusammenfassende Erläuterung. Um den Einfluss des Niveaus auf die Bedingungen der Kultur zu ermessen, braucht man nur seine Aufmerksamkeit auf die so unregelmässige und sporadische Vertheilung der Städte in dem Steppengebiete zu richten, wie sie am Fuss der Gebirge oder an den Flüssen reihenförmig geordnet, zuweilen sogar zusammengedrängt liegen, und dann wieder auf den weitesten Strecken, von Orenburg bis Peking, durchaus fehlen, oder wie sie in den südlichen Hochländern von der Bedeutung naher Gebirge und von deren schmelzenden Schneemassen abhängig sind. Im Waldgebiete sehen wir die Fruchtbarkeit in den

Niederungen der Flussthäler erhöht, hier werden die Flüsse zur nothwendigen Bedingung des Anbaus. Sind es also die Gebirgsketten, die durch ihren gesteigerten Niederschlag wirken, oder in Russland die Wälder jenseits der Steppengrenze, die ebenfalls Flüsse in die öden Landschaften entsenden, so ist die wagerechte und baumlose Oberfläche der Steppe selbst von hervorragendem Einfluss auf ihr Klima und auf ihre Vegetation. Hiedurch werden die Luftströmungen verstärkt, die Wolkenbildungen gehindert. Man kann vielleicht behaupten, dass alle waldlosen Gegenden der gemässigten Zone eben oder doch nur wellenförmig gebaut sind und dadurch zur dauernden Erhaltung ihrer Vegetation mitwirken. Aber weil die bewaldeten Tiefländer ebenso flach sein können, wie die Steppen, und weil die Beschaffenheit ihrer Erdkrumen ebenfalls übereinstimmen kann, wie die Ukraine uns belehrte, so liegt die erste Ursache der Steppenbildung nicht in ihrem Relief, nicht in ihrem Boden, sondern in den Zuständen der Atmosphäre.

Die Gewalt der Luftströmungen steht im engsten Zusammenhang mit den mechanischen Hemmnissen, die ihnen begegnen. Stürme, wie sie auf dem Meere oder an dessen Küsten vorkommen, sind im Inneren der Kontinente um so seltener, je mehr die Unregelmässigkeiten des Reliefs ihnen entgegentreten. Selbst durch die Bäume der Wälder werden sie schon gemässigt. Die ebenen Steppen, wo kein Gegenstand über die Höhe eines Strauchs vom Boden sich erhebt, gleichen daher dem Meere in den stürmischen Bewegungen der Atmosphäre. Hier aber kommen diese Stürme, die ungeheure Staubwolken aufwirbeln oder zuweilen wochenlang den Schnee wagerecht über die Fläche treiben, fast nur aus östlichen Richtungen, sie erhöhen im Winter die schneidende Kälte und im Sommer die Dürre des Bodens durch ihre Trockenheit. Indem die Luftströmungen, durch Widerstand ungebrochen, über einen grösseren Raum sich ausdehnen, gewinnt die geänderte Rotationsgeschwindigkeit des Erdkörpers einen allgemeineren und stärkeren Einfluss; eine sanfte Bewegung muss sich allmählig zum Sturmwinde steigern, wenn die Aspiration auf grosse Entfernungen wirkt und der Unterschied der Drehung unter verschiedenen Breitengraden anwächst. Wenn auch die Feuchtigkeit des Bodens genügte, so würde es doch den Bäumen an jedem Schutz fehlen, den häufig wiederkehrenden

Steppenstürmen Widerstand zu leisten: hier muss die Vegetation Organe von grösserer Elasticität erzeugen, als sie im holzigen Stamme besitzt, oder von geringerer Oberfläche, als die Blätter einer Laubkrone. Da die Atmosphäre ferner über einen so gleichartig gebildeten Boden hingleitet, so fehlen die plötzlichen Temperaturunterschiede, die je nach der Aenderung der Insolation und Strahlung, sowie nach der Abweichung des Windes von seiner wagerechten Bahn die Verdichtung des Wasserdampfs zu Nebel und Wolken bewirken. Der Niederschlag, den die allmähliche Abnahme der Wärme auf weiten Entfernungen herbeiführt, ist schwach und kann ganz aufhören, wenn die Menge des Wasserdampfs durch Gebirge verringert wird. Die Trockenheit des Steppenklimas verstärkt die Verdunstung der Pflanzen, und durch den Saftverlust gehen sie frühzeitig zu Grunde, auch wenn sie den Stürmen gewachsen waren. Dann aber verwesen sie nicht leicht an Ort und Stelle, sondern trocknen zu beweglichen Körpern ein, die der Sturm, mit Staubwolken gemischt, vor sich hertreibt. Wie auch bei mässigem Winde leichte Gegenstände in diesen Ebenen unaufhörlich bewegt werden, zeigt sich in einer Erscheinung, die in Russland unter der Bezeichnung der Steppenläufer bekannt ist und von Baer⁸⁹⁾ in ihren charakteristischen Zügen beschrieben wird. Ein nicht gerade stürmischer Wind hatte sich erhoben, wahrscheinlich um den Temperaturunterschied zwischen der glühenden Steppe und dem kühleren Wolgathale auszugleichen, und der feine Lehmstaub stieg wirbelförmig in die Höhe und Weite, als der Reisende diese Steppenläufer beobachtete. »Es sind dies sparrige Pflanzen, die beim Absterben völlig trocken geworden sind, die der Wind nun losreisst und vor sich hertreibt, wobei die äussersten Spitzen abbrechen, der Rest aber eine kugelförmige Gestalt erhält und springend auf dem Boden fortrollt. Die athemlose Eile jeder einzelnen Kugel, von denen einige (*Gypsophila paniculata*) Sätze von einigen Klaftern machten, die Gesamtheit dieses zwecklosen Rennens hatte etwas Grauenhaftes, vielleicht weil die Vorstellung dunkel sich regte, als ob die Bewegung von ihnen selbst ausginge. Fühlte man doch keinen Sturmwind, der Alles mit sich fortreissen könnte.« Allein so ganz ohne Bedeutung für die Vegetation ist doch diese Bewegung der durch ihre Dürre leicht gewordenen Körper nicht, weil sie die Wanderung der in den Bruchstücken

enthaltenen Samen befördert und die Gewächse an entfernten Standorten wieder ansiedelt. Auch in den afrikanischen Wüsten werden wir ähnliche Bewegungen zu betrachten haben, zu denen der Manna-regen gehört, der schon im biblischen Alterthum als eine selt-same und wohlthätige Naturerscheinung die Aufmerksamkeit auf sich zog.

Vegetationsformen. Unter den Einrichtungen der Organi-sation, wodurch die Pflanzenformen der Steppe den Bedingungen des Klimas entsprechen, erkennt man theils solche, die den Umfang der Leistungen vereinfachen, so dass diese einer kürzeren Zeit zu ihrem jährlichen Kreislauf bedürfen, theils Hilfsmittel, dem Nachtheil der Sommerdürre zu begegnen und dadurch die Entwicklungsperiode zu verlängern. Von den ersteren wird namentlich bei den Zwiebelgewäch-sen die Rede sein, zu den letzteren, die weit mannigfaltiger sind und zunächst zu einigen einleitenden Bemerkungen auffordern, gehören die saftreichen Organe der Halophyten, die Bildungen von Haaren und Dornen, sowie die Absonderungen des ätherischen Oels.

Succulente Gewächse, in deren Gewebe der Saft sich anhäuft, so dass der Zufluss durch die Wurzeln längere Zeit hindurch ent-behrt werden kann, bekleiden den salzhaltigen Boden des Steppen-gebiets und gehören zur Chenopodeenform. Ueber die Succulenten soll hier nur im Allgemeinen vorläufig angeführt werden, dass ihre Verdunstung bald durch einen Epidermispanzer beschränkt ist, durch eine verstärkte Ablagerung fester Substanz an der Aussenfläche der Oberhaut, bald durch die Natriumsalze ihres Safts, die sie wegen ihrer Löslichkeit leicht aus dem Boden aufnehmen. Die letztere Er-scheinung hat darin ihren Grund, dass eine Salzlösung langsamer verdunstet, als reines Wasser, weil das Salz eine zurückhaltende Anziehung auf das Lösungsmittel ausübt. Willkomm⁹⁰⁾, der zuerst die Anwendbarkeit dieses physikalischen Salzes auf das saftreiche Gewebe der Halophyten aussprach, wies den Zusammenhang beider Verhältnisse besonders dadurch nach, dass am Meeresufer nicht sel-ten eigenthümliche Spielarten auftreten, die sich von der gewöhn-lichen Organisation ihres Gewebes im Binnenlande durch fleischige Blätter unterscheiden, worunter man eben eine Vermehrung des Saft-gehalts versteht, die keineswegs immer von einer verdickten Ober-haut begleitet wird.

Die Haarbekleidung an den ausgewachsenen, der Luft ausgesetzten Organen dient, die Einwirkung der Sonnenstrahlen auf dieselben zu mässigen und dadurch die Verdunstung zu verlangsamen. Das zusammenhängende Gewebe der Blätter wird durch den Verlust des Wassers, welches sie an die Atmosphäre abgeben, bei mangelndem Ersatz in weit höherem Grade gefährdet, als die nur mit einer schmalen Grundfläche befestigten und daher in ihrer von der Saftfülle bedingten Schwellung und Zusammenziehung unbehinderten Haarzellen. Diese letzteren, zunächst von der Sonne getroffen, verdunsten stärker und auf erweiterter Oberfläche: auch dadurch mindern sie die Wärme und Trockenheit in ihrer nächsten Umgebung. Sind sie weich, so können sie sich leichter verkürzen, wenn die Sonne ihnen den flüssigen Inhalt entzieht, wogegen die Zellmembran, wenn sie starrer ist, den Saftverlust durch Verdunstung erträgt und, indem sie sich mit Luft füllt, ihre Gestalt weniger ändert. Unter den Steppenpflanzen ist die Behaarung der Artemisien, deren Oberhaut oft mit einem feinen, seidenartig glänzenden Ueberzuge bekleidet ist, eben dadurch charakteristisch, dass diese Stauden auf dem Salzboden ebenso spät zur Blüthe gelangen, wie die Chenopodeen, in deren Gesellschaft sie auftreten.

Auch die Bildung der Dornen beruht auf einer Organisation, die der Verdunstung Widerstand zu leisten strebt, indem sie die Zahl und Grösse der flachen Organe und durch gehemmte Entwicklung den Wasserverbrauch des Gewächses vermindert. Die Dornen sind eben weiter nichts, als die auf Kosten des verdunstenden Blattparenchyms abgesonderten, steiferen Gewebe der Gefässbündel; sie beschränken die Grösse der Oberfläche, wenn sie am Laube selbst entstehen, oder die Anzahl der Blätter, wenn sie aus Theilen der Axe hervorgehen. Ein dorniges Gewächs würde demnach bei einer gegebenen Anlage der Organisation eine weit grössere, verdunstende Fläche besitzen, wenn diese Umbildung der Organe nicht stattfände. Je langsamer es aber verdunstet, desto länger kann es sich im Saftumtrieb erhalten, wenn der Boden dürr zu werden beginnt und der Zufluss aus den Wurzeln nachlässt.

Die ätherischen Oele scheinen ebenfalls beschränkend auf die Abgabe des Wasserdampfs zu wirken, wenn die Vegetationsorgane an diesen aromatischen Bestandtheilen reich sind. Das Oel ver-

dunstet leichter, als das Wasser, und umgibt jedes Blatt mit einer Atmosphäre, die mit wohlriechenden Dämpfen beladen ist. Bekanntlich sind Dämpfe verschiedener Art zwar in einem Raume, der von ihnen gesättigt ist, von einander unabhängig, aber anders verhält es sich mit der Geschwindigkeit ihres Entstehens aus tropfbaren Flüssigkeiten unter Umständen, wo an eine Sättigung nicht gedacht werden kann. Diese Geschwindigkeit wird allerdings verlangsamt, wenn schon ein anderer Dampf, der sich leichter bildet, vorhanden ist. Das ätherische Oel hat die Pflanze als einen Auswurfstoff nur zu entfernen, das Wasser ihres Safts muss sie möglichst zurückhalten, wenn es darauf ankommt, die Dauer der Lebensfunktionen zu verlängern. Von einiger Bedeutung mag auch die Verdunstungskälte sein, die bei dem raschen Uebergange der ätherischen Oele in Dampf entsteht und der durch Insolation erhöhten Wärme der Blätter entgegenwirkt, von deren Mass der Gang der Verdunstung ebenfalls bestimmt wird.

Bei Stauden und Sträuchern werden diese verschiedenartigen Hilfsmittel in vielen Fällen verwendet, um die kurze Vegetationszeit möglichst auszunutzen, aber nur selten genügen sie, die Organisation über die Dürre des Sommers hinaus thätig zu erhalten. Diese Aufgabe wird fast nur bei den Artemisien, bei einigen Polygoneensträuchern und bei den Chenopodeen gelöst, und in dieser letzteren Pflanzengruppe ist hiedurch die Möglichkeit gegeben, im Wachstum zu Grössenverhältnissen fortzuschreiten, für welche der Frühling zu kurz ist. Im Inneren des Steppengebiets kennt man indessen doch nur ein einziges Beispiel, wo unabhängig von zugänglichen Wasservorräthen baumartiger Wuchs erreicht wird. Hierin liegt das Interesse des Saxaul (*Haloxylon Ammodendron*), einer von den Aral-Gegenden nach Turkestan und bis Persien verbreiteten Chenopodee, die einem grün gefärbten Bündel von Reisern gleicht⁹¹). Auf der niedrigen Hochfläche des Ustjurt, zwischen dem kaspischen Meere und dem Aral, wird von Basiner ein grosses und ziemlich dichtes Saxaul-Gebüsch beschrieben, in welchem Stämme bis zu 8 Zoll Dicke und von 15—20 Fuss Höhe vorkamen, der einzige Wald in diesen Einöden, aber ein Wald ohne Blätter und ohne Nadeln, wiewohl grün und blühend, eine Nachahmung der Casuarinenform Australiens. Die Aufnahme von Nahrungstoffen aus der Luft ist hier fast

ausschliesslich auf die Rindenschicht cylindrischer Zweige übertragen, die Blattorgane sind nur zu einem Becher verbundene Schüppchen, kürzer als eine Linie, und je kleiner die Berührungsfläche mit der Atmosphäre ist, desto geringer wird die Masse der organischen Verbindungen, die aus ihr hervorgehen. Aber in demselben Masse vereinfachen sich auch in diesem Falle die Aufgaben des Baumlebens. Statt der Blätter werden nur Blüthen und Früchte erzeugt, und auch das Wachstum des Holzkörpers ist in engere Schranken eingeschlossen, als man bei irgend einem anderen dikotyledonischen Baume kennt. Es bildet sich nämlich kein gleichmässiger Jahresring rings um den Stamm, sondern nur »wulstförmig herablaufende und sich bisweilen netzartig verbindende Streifen, die sich durch die grünliche, in's Braune spielende Farbe von dem an den Zwischenräumen zu Tage liegenden, älteren Holze unterscheiden.« Diese Holzstreifen rücken nach oben um so dichter zusammen, je dünner die Axentheile werden, so dass sie an den jüngsten Zweigen in geschlossene Cylinder übergehen, ein deutlicher Beweis, dass die Unterdrückung des Laubes das unvollkommene Wachstum des Holzkörpers bedingt. Das Holz selbst aber ist von ausserordentlicher Härte, das spezifische Gewicht übertrifft das des Wassers (1,07); dabei ist die Sprödigkeit so gross, dass man ziemlich dicke Zweige mit der Hand abbrechen kann. Wenn dieser Baum ausgebildete Blätter hätte, bemerkt Basiner, würde jeder Windstoss der Steppenstürme ihn zerbrechen. Man kann hinzufügen, dass der dürre Boden keine belaubte Bäume erträgt, weil der Saft durch die Verdunstung entweichen würde, dass die Blätter, weil sie rudimentär bleiben, wenig Holz erzeugen, und dass dieses Holz um so mehr Festigkeit haben muss, je geringer seine Masse ist.

An den Saxaul reihen sich durch ihre Organisation unmittelbar die Sträucher der Spartiumform, bei denen die Bildung des Laubes ebenfalls unterdrückt ist. Statt der spanischen Genisteen, denen hier jedoch auch eine monotypische Galeegattung entspricht (*Eremosparton*), begegnen uns im Steppengebiet einige blattlose Chenopodeensträucher (*Anabasis*, *Brachylepis*) und namentlich die unter den Polygoneen abgesonderte Gruppe der Calligoneen, die ebenso langsam, wie der Saxaul, sich entwickeln und daher in den Sandsteppen am Aral sich grün erhalten, wenn die übrige Vegetation

längst verschwunden ist, besonders eine Art mit schlanken Zweigen, deren Früchte im Herbst an fadenförmigen Stielen herabhängen (*Pterococcus aphyllus*).

In weit grösserer Mannigfaltigkeit, als im Mittelmeergebiet, sind in den Steppen die Dornsträucher vertreten. Die Bildung von Dornen gehört an den Stauden des Steppengebiets zwar überall zu den häufigen Erscheinungen, aber sie ist noch allgemeiner in den Hochländern, auf denen gesellige Sträucher von niedrigem Wuchs vorherrschen, die mit stehenden Organen bewaffnet sind. In dem Gestrüch der Sandwüste ist die Blattlosigkeit der Spartiumform, auf dem salzigen Lehm Boden die succulente Beschaffenheit der Blätter, auf den Hochebenen und ihren Gebirgen die Form der Dornsträucher überwiegend. Diese letzteren erinnern in dem Hervortreten der Leguminosen an die klimatische Verwandtschaft des Orients mit Spanien, wo solche Dornsträucher ebenfalls häufiger sind, als in anderen Ländern am Mittelmeer. Dass die alle Jahreszeiten beherrschende Trockenheit des Plateauklimas zu der Verbreitung der Dornsträucher beitrüge, ist nicht wahrscheinlich, weil sie in Tibet weniger mannigfaltig auftreten, als in Persien und Afghanistan, wo das Niveau tiefer liegt und der Frühling feuchter ist. Schon früher haben wir gesehen, dass die Traganthsträucher, welche die bei Weitem artenreichste Reihe unter diesen Gebilden ausmachen, am Mittelmeer vorzugsweise auf alpinen Höhen sporadisch wiederkehren, und es wurde die Vermuthung ausgesprochen, dass der Winter zu ihrer Vegetation in einer besonderen Beziehung stehe. Wenn der schmelzende Schnee einen geneigten Boden findet, tränkt er die Oberfläche in grösserem Umfange, als wo das gebildete Wasser nur nach dem Untergrunde Abfluss findet. Auf den Gebirgshöhen und in den wellenförmig gebauten Hochländern sind dadurch die Bedingungen zu einer raschen und verhältnissmässig frühzeitigen Entfaltung der Blätter gegeben, das gefiederte, dicht gedrängte Laub der Traganthsträucher kann sich in kurzer Zeit ausbilden und thätig werden. Die Hochsteppen des Orients von Anatolien bis Afghanistan sind [auf diese Weise gebaut, Armenien ragte durch seinen Schneereichthum hervor, und eben diese Gegenden bringen die zahlreichsten Arten von Traganthsträuchern hervor⁹²). In Centralasien, von Tibet bis zum Altai und Daurien, wo viel weniger Schnee fällt,

sind sie durch die Caraganen vertreten, bei denen die Stengelglieder länger sind, und, indem die Blätter aus einander rücken, auch ein langsamerer Fortschritt der Ernährung anzunehmen ist. In dem Tieflande der kaspischen und Aral-Steppen fehlen sie ebenfalls jenseits des Kaukasus ganz: hier fliehen die Sträucher überhaupt den besseren Boden, fast nur unter den Halophyten kommen sie vor und als blattlose Gebilde werden sie erst in der Wüste vorherrschend, wo die so spärlich gegebene Feuchtigkeit Pflanzenformen fordert, die noch viel langsamer vegetiren, aber sich dafür auch lange frisch erhalten. Bei den Traganthsträuchern ist die Benutzung des vorübergehenden Wasserzufflusses intensiver und dient einer reicheren Fülle von Blüthen, sowie jener starken Gummierzeugung zur Vorbereitung, wodurch sich ihre Rinde erneuert; ihre geringe Grösse, die Folge der Unterdrückung der Stengelglieder, verschafft ihnen den Vortheil der winterlichen Schneedecke. Die übrigen Dornsträucher nähern sich dieser Form des Wachsthums, wenn sie mit der Verbreitung der Traganthsträucher übereinstimmen (*Acantholimon*): in anderen Gegenden ist die Zahl der Arten von dornigen Holzgewächsen gering, aber die Organisation mannigfaltiger. Die Natur gefällt sich, die stechenden Organe an den Sträuchern durch gehemmte Bildungen verschiedenster Art zu erzeugen, bald aus erhärtenden Blattstielen (Traganthsträucher, *Caragana*, *Halimodendron*), bald aus verkümmerten Knospen (*Alhagi*, *Eversmannia*, *Balanites*), oder auch aus der Blattspitze selbst (*Acantholimon*). Einen eigenthümlichen Fall bemerkt man unter den Stauden Afghanistans: indem die Seitentheile eines einfachen Blattes verwesen, bildet sich die Mittelrippe zu einem Dorn aus, in einer Gattung, in welcher solche Formänderungen als etwas ganz Fremdartiges erscheinen (*Draba hystrix*). Bei einem den Rosen verwandten Strauch der Kirgisensteppe (*Hulthemia*) sind, wie bei diesen, die Stacheln nur Auswüchse der Oberhaut, aber doch beschränken sie die Laubentwicklung in dem Grade, dass statt des Fiederblatts nur eine einfache Blattfläche übrig bleibt.

Durch die Dornsträucher ist das Steppengebiet vielfach mit den Nachbarländern verknüpft, indem dieselben Arten aus einer Flora in die andere übergehen, mit den angrenzenden Küsten des Mittelmeers, wie früher bemerkt wurde, und mit den dürren Landschaften Afrikas und Indiens, mit diesen letzteren besonders durch die

Mimoseenform, von welcher einige wenige, aber gesellige Arten von Syrien und Mesopotamien bis zum Kaukasus vorkommen. Die Westgrenze ihrer zusammenhängenden Verbreitung fand Ainsworth ⁹³⁾ in Anatolien an einem Nebenfluss des Halys in der Nähe von Sinope, wo Mimoseen mit dem Traganth ein fast undurchdringliches Gestrüpp bildeten. Auch bei dieser Pflanzenform entstehen die stechenden Organe auf verschiedene Weise, entweder aus der Oberhaut (*Prosopis Stephaniana*), oder durch die Umbildung von Nebenblättern (*Acacia albida*).

Die Bekleidung der Steppen mit Dornsträuchern verringert ihren Werth als Weideland, aber unter den Säugethieren, welche aus Centralasien abstammen, ist wenigstens dem Kameel die Fähigkeit zu Theil geworden, sie als Futter benutzen zu können (*Alhagi camelorum*). Von den Heerden der Nomaden bleiben auch gerade die häufigsten Steppengräser und manche Stauden unberührt, wenn der Rasen durch die erhärtete Oberhaut zu fest wird (*Stipa*) oder das Laub zu kräftige Dornen trägt (*Cousinia*). Auf den zarteren Gräsern, die sich nur kurze Zeit erhalten, und auf den weichen Stauden, die im Frühling auf das Mannigfaltigste sich darbieten, beruhen die Vorzüge der Grassteppen.

In dem Wachsthum der Stauden lassen sich zwei entgegengesetzte Bildungsrichtungen unterscheiden, die zwar vielfach durch Uebergänge verbunden sind, aber doch auf besondere Seiten des Steppenklimas hinweisen. Um mit erwachendem Frühlinge sogleich in ergiebiger Weise thätig zu sein, entwickelt sich über dem Boden eine Laubrosette: nun bleiben entweder die Stauden niedrig, wenn bald die gedrängten Blüthen nachfolgen, oder der Stengel erreicht eine beträchtliche Höhe, gerade wie in den kontinentalen Klimaten des Waldgebiets, wenn die rasche Steigerung der Wärme auf das Wachsthum der Vegetationsorgane von Einfluss ist. Im ersteren Falle erinnert der Bau an die Analogieen des arktischen und alpinen Klimas. Die kurzen Stengelglieder der Traganthsträucher wiederholen sich oft bei den Stauden der gleichen Gattung (*Astragalus*), und in der Fähigkeit, die Vegetationsorgane auf die verschiedenste Weise dem Steppenklima anzupassen, scheint der Grund von der unerschöpflichen Mannigfaltigkeit ihrer Arten zu liegen, deren Anzahl wahrscheinlich grösser ist, als bei irgend einem anderen

Pflanzengeschlecht der Erde⁹²). Die hochwüchsigen Stauden der Steppe sind dagegen ein Beweis von dem energischen Wachstum, welches in einer kurzen Zeit bei angemessener Feuchtigkeit möglich ist: in den Rhabarberstauden (*Rheum*) sehen wir das bekannteste Beispiel, denen sich grosse Doldenpflanzen (*Ferula*), Cynareen (*Echinops*), Euphorbien (*E. agraria*) und andere ebenbürtig anreihen. Auch von ihnen überdauern den Sommer nur wenige (*Artemisia*), bei den meisten sind die kräftigen, sparrig verzweigten Stengel ungeachtet beginnender Verholzung zu dieser Zeit schon abgestorben und liefern in den russischen Steppen das unter dem Namen Burian bekannte Brennmaterial, das einzige, was man auf dem Tschernosem benutzen kann⁹⁴). Von der Ueppigkeit des Wachstums auf diesem Humusboden giebt es eine Vorstellung, dass Blasius die hier zuweilen angebaute Futtergewächse zu erstaunlichen Grössen, Klee, Luzerne und Esparsette bis zu 15 Fuss, einzelne Hanfstengel zu mehr als 20 Fuss aufgeschossen sah, unter klimatischen Bedingungen, wo, wie der Reisende ausdrücklich hinzufügt, doch weder ein mässiger Strauch noch ein Baum gedeiht. Solchen Erscheinungen, wovon in Westeuropa nichts Aehnliches vorkommt, lassen sich doch auch die einheimischen Stauden des Steppengebiets nicht an die Seite stellen, am wenigsten auf minder fruchtbarem Boden. Die Frühlingsregen auf Steppen, auf denen kein grösseres Holzgewächs fortkommt, haben in Verbindung mit einer an mineralischen Nährstoffen überaus reichen Erdkrume eine noch grössere Wirkung, als die Irrigationen des Lehmbodens von Buchara: in beiden Fällen ist der üppige Wuchs der Vegetationsorgane von der steilen Temperaturkurve abzuleiten, und im ersteren ersetzt der die Feuchtigkeit sammelnde Humus den geringeren Wasserzufluss.

Ein anderer Unterschied von der Vegetation des kurzen, arktischen Sommers besteht in der grossen Anzahl einjähriger Kräuter, die dem hohen Norden fast ganz fehlen, und die in den Steppen besonders unter den Cruciferen und Chenopodeen vorkommen. Wenn auf die Vegetationszeit sogleich Schneefälle mit winterlicher Kälte folgen, würde die Erhaltung solcher Gewächse, falls die Früchte zuvor nicht mehr völlig reifen konnten, unmöglich sein. In dem Steppenklima hingegen bietet der Uebergang zur Dürre nach der Blüthezeit für die vollkommene Ausbildung des Samens die passendsten Bedin-

gungen. Dennoch bleibt hiebei Manches räthselhaft oder doch noch unaufgeklärt. Wenn wir sehen, dass auch einjährige Chenopodeen erst spät im Herbste blühen, so scheinen sie doch ebenfalls durch den Frost gefährdet zu sein. Und unter den Frühlingspflanzen, deren Früchte bis zum nächsten Jahre ruhen müssen, sind im Orient und besonders in Persien die Cruciferen durch Mannigfaltigkeit eigenthümlicher Bildungen ausgezeichnet, eine Familie, deren Samen wegen des Gehalts an fettem Oel und auch nach angestellten Versuchen⁹⁵⁾ eine längere Dauer der Keimkraft abgesprochen wird. Indessen beziehen sich diese Versuche nur auf wenige Arten und, nach den angebauten Oelcruciferen zu schliessen, scheint das fette Oel in dieser Familie weniger leicht, als in anderen Fällen, zersetzbar zu sein.

Als Heimath von Antilopen und anderen grossen Wiederkäuern, sowie von den Hufthieren, wurden die Steppen von der Natur schon zu Weideländern bestimmt. Die Gramineen, auf welche die Heerden zunächst angewiesen sind, unterscheiden sich von denen der Nachbarländer nicht so sehr durch ihre Formen, als durch deren Anordnung. An Nahrungswerth stehen sie denen des Waldgebiets dadurch nach, dass die besseren Gräser zurücktreten, die herrschenden, früh in Aehren schiessend, dann verdorrend, im Sommer statt nahrhaften Heus nur gelbliches Stroh zurücklassen. Die Grösse des Raums, den sie doch nur sehr unvollständig bekleiden, muss den weidenden Thieren die Armuth des Ertrags ersetzen. Unter den rasenbildenden Grasformen der gemässigten Zone weichen die Steppengräser durch starre, oft eingerollte Blätter von den flacher gebauten und biegsameren der Wiesen des Waldgebiets ab. Zum Theil von ansehnlicher Grösse, bilden sie einen hohen Rasen und werden dann in Südrussland Thyrsa genannt (*Stipa*). Weder als Weide kann die Thyrsa benutzt noch mit Vortheil gemäht werden⁹⁶⁾, weil die harten Blattspitzen und Grannen das Vieh beschädigen und ihr Futterwerth zu gering ist, daher man sie am liebsten wegbrennt, wodurch aber auch wieder die humose Erdkrume leidet. Dass der Rasen sich bald in ein so wenig nutzbares Stroh verwandelt, hat darin seinen Grund, dass die Eiweissstoffe der Blätter zur Zeit der Körnerreife in den Samen übergehen, um hier, wie bei dem Getraide, für eine neue Generation aufgespart zu werden. Die Thyrsa entspricht in der Art

ihres Vorkommens dem Espartograse Spaniens, aber die Arten, aus denen sie besteht⁹⁶), finden sich sporadisch auch noch im östlichen Deutschland an trockenen Standorten und auf magerem Erdreich. Der kurze und feine Rasen, der, unter die *Thyrsa* gemischt, das wichtigste Erzeugniss der Grassteppen ist, besteht ebenfalls meist aus Arten des grössten Wohngebiets, die aber auch im westlichen Europa nicht zu den eigentlichen Wiesengräsern zu rechnen sind, sondern eine dürre Beschaffenheit des Bodens anzeigen. Das beste Gras der russischen Steppen (*Festuca ovina*) ist in den bewaldeten Gegenden Europas verhältnissmässig werthlos, wo die Natur für die Bedürfnisse thierischer Ernährung so viel reichlicher gesorgt hat.

Auch die Grasformen, die keinen Rasen bilden, sind in ihrem Bau nicht eigenthümlich, sondern nur in ihrer Verbreitungsweise. Die einjährigen Gräser Südeuropas nehmen ab: nur in den wärmeren Gegenden, wie in Mesopotamien, haben sie eine grössere Bedeutung. Die Rohrgräser (*Arundo Phragmites*) hingegen bedecken überall grosse Räume, wo das Gefälle der Ströme sich vermindert, oder wo der Boden an ihren Ufern überschwemmt und sumpfig wird. Ob das Wasser süss oder salzig sei, macht hierin keinen Unterschied. Derselbe hohe, weithin ausgedehnte Schilfgürtel, wo wilde Eber und unzählige Wasservögel hausen, begleitet die Flüsse und umgiebt die Seen der kaspischen und Aral-Niederung bis zum Balchasch. Am Syr-Darja erreicht dieses undurchdringliche Schilf zuweilen eine Höhe von mehr als 20 Fuss, und dient noch in dieser Breite (45^o), da wo der Strom aus Kokand in die Kirgisensteppe übergeht, dem Tiger zum Versteck.

So sehr auch die Steppen dem Mittelmeergebiet an Mannigfaltigkeit der Pflanzenformen nachstehen, so treten doch diejenigen, welche die Verwandtschaft des Klimas zulässt, hier um so mehr in den Vordergrund der Landschaft, vor allen übrigen bedeutsam die Zwiebelgewächse. Beim ersten Erwachen des Frühlings bekleidet sich die Gegend von Orenburg mit Tulpen, in den kaspischen Steppen überdecken sie einen Theil des Aprils hindurch streckenweise den Boden vollständig mit ihrem bunten Blüthenschmuck⁹⁷); andere Liliaceen und Iris-Arten wachsen häufig in ihrer Gesellschaft. Die Entwicklung der Tulpenzwiebel ist gleichsam ein Symbol für intensive Benützung der Zeit, für die Sicherung des Fortbestandes und der

periodischen Wiederbelebung organischer Naturkräfte im Kampfe mit dem Klima. So lange die Blätter sich mit Wasser versorgen können, arbeiten sie an der Ausstattung der Zwiebel mit Nährstoffen; in demselben Masse, als die Ablagerungen des vorhergehenden Jahrs zur Entfaltung der Blüthen, zur Reife des Samens und zur Ausbildung neuer Blätter verwendet werden, wobei von den alten Organen nur die häutigen Aussenschalen übrig bleiben, hat im Inneren derselben wieder eine verjüngte Masse von Nahrungsspeichern für das kommende Frühjahr den Raum der verbrauchten Stoffe eingenommen und kann nun den langen Sommer und Winter hindurch in Ruhe ausharren, bis die Lebensreize den Bildungstrieb auf's Neue in Bewegung setzen. So bietet die Zwiebel der Tulpe zu jeder Zeit denselben Umfang, dieselbe äussere Erscheinung, aber nur scheinbar denselben Bau, ein Bild unveränderlicher Fortdauer, und doch während des Frühlings in steten Wandlungen begriffen, wie alles Leben mit einem stillen Strome vergleichbar, dessen Gewässer zu ruhen scheinen, während sie stetig, unaufhaltsam an uns vorübergleiten. Einige Liliaceen und die meisten Iris-Arten unterscheiden sich dadurch, dass sie ihre Nährstoffe in einem Wurzelstocke niederlegen, sind aber doch in ihrer jährlichen Erscheinungsweise den Zwiebelgewächsen sehr ähnlich, da die unterirdischen Organe, so sehr sie in ihrer Form abweichen, in ihrem Verhältniss zum Leben der Pflanze wesentlich übereinstimmen. Für alle diese Gewächse erscheint selbst die kurze Dauer des Steppenfrühlings noch wie ein Uebermass, von dem sie nur eine Zeitspanne von wenig Tagen zum längst vorbereiteten Wachstum jener durch Farbenschmuck und Grösse auffallendsten Gebilde in Anspruch nehmen, von denen die Befruchtung abhängt, und die in ihrer eigenartigen Form doch so einfach gebaut sind.

Im Steppengebiet vertheilen sich nicht bloss die Formationen der Vegetation, sondern auch die Pflanzenformen bestimmter, als anderswo, nach den Einfüssen des Bodens. In noch höherem Grade, als bei der Vergleichung der Steppen und Wüsten, zeigt sich dies bei den Halophyten, den Erzeugnissen der natriumhaltigen Erdkrumen, auf welche die Formen der Chenopodeen und Tamarisken grösstentheils beschränkt sind. Die Chenopodeen sind es vorzüglich, denen die Salzsteppe ihren höchst eigenthümlichen Vegetationscharakter

verdankt. Zu den Halophyten gehören auch gewisse Stauden und Kräuter anderer Form und aus anderen Familien, aber so bestimmt an den Salzgehalt des Bodens gebunden, wie die Chenopodeen, sind wenige. Selbst diejenigen Arten, die vom Natrium unabhängig sind und als Erzeugnisse des Kulturlandes den menschlichen Wohnstätten folgen, finden sich da in grösserer Häufigkeit, wo salpetersaure und Kalisalze abgelagert sind. Unter den übrigen Halophyten kommen in der Songarei viele Cruciferen vor, in anderen Gegenden ist diese Familie auf salzfreiem Boden häufiger vertreten; auch die Artemisien sind nicht auf die Salzsteppe beschränkt.

Unter den succulenten Gewächsen ist die Chenopodeenform dadurch bezeichnet, dass der Saft in den Blättern zurückgehalten wird, ohne dass ihre Oberhaut wesentlich dazu mitwirkt. Fälle, wo, wie bei der Cactusform, die succulenten Axenorgane für die Blätter eintreten, kommen in den Steppen nur vereinzelt vor (Salicornieen). Ein Vorrath von leicht löslichen Salzen im Boden hat auf der ganzen Erde das Auftreten der Chenopodeenform zur Folge. Sie giebt den treffendsten Beweis, dass nicht allein, wie Thurman behauptete, die physischen Eigenschaften des Substrats und dessen Feuchtigkeit, sondern auch die chemischen Bestandtheile desselben das Vorkommen der Pflanzen bedingen. Fast überall gedeihen Chenopodeen am Meeresufer, sowie auf dem salzhaltigen Boden aller Erdtheile. Allein das Steppengebiet der alten Welt ist bei Weitem am reichsten mit ihnen ausgestattet, hier erreicht die Familie die höchste Mannigfaltigkeit des Baus, und zwar sowohl in den Blüthen und Früchten, wie in den Vegetationsorganen. Was die Cacteen für Amerika sind, das wird hier durch die Chenopodeen geleistet, ein unerschöpfliches Feld wird systematischen Studien geboten. Von einer Menge einjähriger Arten und Gattungen begleitet, wird die Vegetation der Salzsteppe durch das gesellige Wachsthum der Strauchformen, der Salsoleen und Suaeden zum eigenartigsten Bilde in der Physiognomie der Steppenlandschaft. Ihre Zweige sind gewöhnlich von gedrängten Blättern verdeckt, die bald zu mässigen Cylindern auswachsen, bald zu fleischigen Warzen von geringer Grösse verkürzt sind. Durch eine ähnliche Belaubung reihen sich an diese Chenopodeen die Zygo-phyllen, die auch bei einigen Arten und namentlich bei *Nitraria* einen holzigen Stamm besitzen. Das frische Grün, welches um so

lebhafter hervorschimmert, je zarter und geglätteter die Oberhaut der Chenopodeenform gebildet ist, geht sodann mit der Saftfalle bei dem Tamariskengesträuch verloren, welches zuweilen eine ungewöhnliche Höhe erreicht [10—25 Fuss⁹⁾], und dessen einförmige Bildung an dem glaucescirenden, glanzlosen Farbentone leicht erkannt wird, der den die Verzweigungen bedeckenden Blattschuppen eigen ist. Bei einer von der Sahara aus bis Persien verbreiteten Art (*Tamarix articulata*) verkümmern auch diese kleinen Schuppen, wodurch ein Uebergang zum Saxaul und zur Casuarinenform vermittelt wird. In einem anderen Falle ist eine Tamariseinee hingegen mit den Blättern der Chenopodeenform belaubt und bildet zu diesen eine Mittelstufe (*Reaumuria*).

Allen diesen Halophyten kommt die grössere Feuchtigkeit des thonreichen Bodens zu Statten, um ihre Vegetationsperiode zu verlängern: hiedurch werden die Bedingungen des Vorkommens der Tamarisken an den Flussufern denen der Salzsteppen ähnlicher. Nicht selten werden von den Reisenden die von Halophyten bewachsenen Strecken selbst in den Wüsten als Salzmoräste dargestellt: die dauernde Erhaltung des Salzes an ihrer Oberfläche ist ja eben die Folge davon, dass der Boden das Wasser zurückhält, dass es nicht durch die Flüsse entfernt werden kann. Die Anhäufung der Natriumsalze in den Steppen ist eine allgemeine und ursprüngliche Erscheinung, die man, wie den Salzgehalt des Meers, daraus erklären kann, dass diese Stoffe keine unlösliche Verbindungen bilden und sich da ansammeln, wo das Wasser, welches sie ausgelaugt hatte, keinen Abfluss hat. In Tibet giebt es Landseen, die nach Muschelresten an ihren Ufern ehemals, als sie mit Flüssen in Verbindung standen, stüßes Wasser enthielten, und die später salzig geworden sind, nachdem ihr Abfluss durch Niveauänderungen des Bodens gehemmt worden war. Aber die grossen Ebenen des Steppengebiets haben wir bereits als einen trocken gelegten Meeresgrund zu betrachten gelernt, wo das Wasser verdunstend die Natriumsalze zurückliess. In der Folge haben sie sich dann vollständig wieder verloren, wo die atmosphärischen Niederschläge sie auflösten und den Flüssen zuführen konnten; sie haben sich erhalten, wo dies nicht möglich war. Die Vegetation der Steppen hat sich zu den heutigen Formationen erst geschieden, nachdem diese Sonderung des salzfreien und natrium-

haltigen Bodens eingetreten war, sie liefert den Beweis ihrer späten Entstehung durch das Erdreich, auf dem sie allein bestehen konnte.

Einige Pflanzenformen der Steppen, die nur von den Nachbarfloren aus sie berühren oder in ihrer Verbreitung weniger allgemein sind, wurden schon früher erwähnt. Es gehören dahin die Lichenen auf dem nackten Boden der Sandsteppe, die Oschurgebüsche am todtten Meer, die Zwergpalmen *Beludschistans* und die von den Arabern in die südlichen Landschaften eingeführten Dattelpalmen. Endlich ist noch das Gesträuch an der nördlichen Steppengrenze (z. B. *Cytisus*, *Spiraea*), und es sind die Baumformen an den Flussufern und auf den Gebirgen zu erwähnen, die sämmtlich aus dem Waldgebiete nur da in die Steppen eindringen, wo die Einflüsse des Klimas verändert und durch Wasserzufüsse aufgehoben sind.

Vegetationsformationen. Die genauesten und umfassendsten Schilderungen der Steppenvegetation besitzen wir in der Literatur über Südrussland und das kaspische Tiefland. Diese Gegenden werde ich daher jetzt vorzugsweise berücksichtigen, nachdem die unterscheidenden Züge in der Physiognomie der Plateauländer, die doch Stoff genug zu einem gemeinsamen Bilde übrig lassen, schon bei ihrer klimatischen Charakteristik berührt wurden. Man hat Gras-, Lehm-, Sand- und Salzsteppen unterschieden, denen Baer ⁹⁶⁾ noch die Felssteppe als besonderes Glied hinzufügt. Die Uebergänge indessen, welche die letztere mit der Sandsteppe und Wüste verbinden, sowie die nahen Beziehungen, die zwischen dem Lehmboden und den Ablagerungen der Salze bestehen, lassen eine einfachere Eintheilung wünschenswerth erscheinen. Ich bleibe daher bei den drei Formationen der Gras-, Sand- und Salzsteppe stehen, die durch ihre Vegetation am meisten von einander abweichen. Die Grassteppe, in erweitertem Sinne aufgefasst, ist nicht immer durch den hohen Graswuchs der *Thyrssa* ausgezeichnet, sondern sie umfasst überhaupt die Strecken, wo der Boden seinen Salzgehalt verloren und die Vegetation so viel Humus abgelagert hat, dass die Feuchtigkeit nach dem Schmelzen des Schnees oder nach erfolgten Niederschlägen nicht sogleich wieder den Erdschichten an der Oberfläche entzogen wird, so dass, auch wenn Gestrüpp sie bedeckt, doch auch zartere Gewächse zur Weide geboten sind. Die Sandsteppe, die des Humus fast ganz entbehrt und die Feuchtigkeit zum Grundwasser abfließen lässt,

daher auch die Natriumsalze ebenso wenig, wie die erstere Formation, bewahrt hat, geht je nach der Reinheit der Kieselerde, aus welcher sie besteht, oder je nachdem anstehende Gesteine auftreten und diese leichter oder schwerer verwittern, in die Wüstenbildungen über, die bald von beweglichen Dünen bedeckt, bald von feiner gekörnten Erdkrumen entblösst sind, indem die Oberfläche aus dem nackten Felsboden selbst oder aus Geröllen gebildet wird. Die Salzsteppe endlich, welche die Natriumverbindungen in grösserer oder geringerer Menge dem Boden beigemischt enthält, und deren Feuchtigkeit, von dem Thongehalt der Erdkrume abhängig, nur durch Verdunstung verloren geht, oder in anderen Fällen sich längere Zeit erhalten kann, begreift auch die unfruchtbaren Ablagerungen des Lehms in Turkestan, die in Ermangelung hinlänglicher Vegetation keinen Humus erzeugen, aber doch vereinzelter Halophyten nicht ganz entbehren. Auch die Salzsteppe wird, wenn sie sich über grosse Räume ausdehnt, zur Wüste, weil ihr Wasser nicht trinkbar ist und ihre Vegetation zur Weide nicht dienen kann, und auch sie besteht zuweilen aus anstehendem, unverwittertem Gestein, wenn dasselbe die Feuchtigkeit zurückhält. Die Weideländer der Nomaden beschränken sich demnach auf die Grassteppen, und auf dem besseren Theil der Sandsteppen finden die Heerden auch noch einige Nahrung.

Die Grassteppe unterscheidet sich da, wo die rasenbildenden Gramineen vorherrschen, von den Wiesen des Nordens dadurch, dass der Rasen die Oberfläche des Bodens niemals vollständig bedeckt. Im Gouvernement Taurien findet man von den Ufern des Dnjepr bis dicht an die Gärten von Simferopol nirgends grünenden Rasen von einiger Ausdehnung⁹⁹⁾. Die Gräser wachsen nur fleckweise und nur auf einem Drittheile der Gesamtfläche: das Uebrige bekleidet sich nur im Frühlinge mit zarten Kräutern, die bald versengt einen todtten Boden zurücklassen. Man besitzt Planzeichnungen von Corniess¹⁰⁰⁾ aus den südrussischen Steppen, auf denen das geometrische Verhältniss des dauernd bewachsenen und nackten Erdreichs nach der Natur eingetragen ist, sowie die verschiedenen Pflanzenarten in den einzelnen Rasen durch das Kolorit bezeichnet sind. Es ergibt sich aus dieser Darstellung, dass die Güte der Steppenweide von den Grasarten abhängt, welche vorkommen, und

es lässt sich aus ihrer, sowie aus der Stauden ungleichmässiger Vertheilung auf feine Unterschiede in der Bodenmischung schliessen. Ferner kommt in Betracht, dass auf dem schlechtesten Steppenlande die Stauden sich verlieren und der Thyrsa Platz machen, die zur Weide kaum benutzt werden kann: dagegen scheint das Raumverhältniss der Rasen zu den nackten Zwischenräumen überall ziemlich dasselbe zu sein. Man unterscheidet drei Grade des Bodenwerths, die sich nach dem Gewichte des gewonnenen Heus ungefähr wie $1 : \frac{1}{3} : \frac{1}{6}$ verhalten, und die als ergiebigstes, mittleres und schlechtestes Steppenland bezeichnet werden. Auf dem ersteren herrschen die zarteren Gräser vor (*Festuca ovina*) und kleinere, nahrhafte Stauden sind häufig (z. B. *Medicago falcata*, *Thymus*). Auf dem Boden mittlerer Güte wird die Thyrsa zahlreicher und drängt den feineren Rasen zurück, die Stauden verschwinden, sind aber doch noch stellenweise vorhanden, und einige bessere Gräser (*Triticum*) gedeihen in ziemlicher Menge. Der Boden dritter Klasse erzeugt fast nur Thyrsa, und die wenigen Stauden, welche übrig sind, werden als Futterkräuter wenig Werth haben. Aber auch auf dem ergiebigsten Steppenlande sind die Zwischenräume nackten Erdreichs so gross, die Gräser so gering im Ertrage, dass die besten Schläge in den fruchtbarsten Jahren nach dem deutschen Bonitirungssystem der untersten Klasse der einschrigen Wiesen entsprechen, welche Thaer mit dem Prädikat »ganz schlecht« belegt (60 Pud Heu oder etwa 20 Centner auf die Desjätine).

In den nackten Zwischenräumen des Rasens der russischen Grassteppe sprossen, wie gesagt, nur im ersten Frühjahr einige Gewächse, die bald wieder in Staub zerfallen und neun Monate lang den Boden völlig kahl zurücklassen. Auch bei den übrigen, den den Rasen selbst bildenden Steppenpflanzen, dauert die Vegetationszeit nur drei Monate, etwa von der Mitte des April bis Mitte Juli, aber der ausgedörrte Rasen kann doch auch in den übrigen Jahreszeiten, so lange derselbe nicht mit Schnee bedeckt ist, zur Weide dienen. Allein weit günstiger, als in diesen flachen Landschaften, sind die Bedingungen der Viehzucht in den Hochsteppen, wo zwar die Dornsträucher den Werth des Bodens verringern, aber die alpinen Matten der Gebirge und die Wiesen an ihren Gewässern einen Wechsel der trefflichsten Weidegründe nach den Jahreszeiten gestatten. Was liesse

sich in dem kaspischen Tieflande den Alpentriften am armenischen Alages oder jener üppigen Grasebene an die Seite stellen, die unmittelbar am Nordrande der persischen Salzwüste beginnt und, zu dem Fusse des Elborus sich hinziehend, von dessen Gebirgswasser berieselt wird ¹⁰¹⁾?

Wie sehr die Vegetation der russischen Grassteppe von dem Wasserzuzfluss aus den atmosphärischen Niederschlägen abhängt, erkennt man daran, dass die oberflächlichen Erdschichten in den Sommermonaten vollständig austrocknen. Dann bilden sich zwischen den Rasenflecken Risse im Boden, und alle Gewächse sterben ab. Aber auch die Ungleichheiten der Niederschläge in verschiedenen Jahren bewirken grosse Unterschiede in der Höhe des Graswuchses; diese klimatischen Unregelmässigkeiten sind weit erheblicher, als im westlichen Europa. Es kommen im Gouvernement Taurien Jahrgänge vor, wo es weder regnet noch schneit. Teetzmann ⁹⁶⁾ erlebte eine Dürre von 20 Monaten (1832 u. 1833), in denen kein Tropfen, keine Flocke zu Boden fiel; in anderen Jahren verminderte sich die Menge des Niederschlags auf weniger als ein Zehntel des Betrages von nassen Perioden (wie des J. 1838). Durch die Nässe, die den Boden zu sehr aufweicht, leiden die Versuche des Ackerbaus noch mehr, als durch die Dürre, aber in solchen Zeiten wachsen alle Steppengewächse in ausserordentlicher Ueppigkeit und reifen, was übrigens bei den mehrjährigen nicht gewöhnlich, ihre Samen. In jenen Jahren der Dürre war kein Grashalm höher, als bis zum Fussknöchel gewachsen, zu anderen Zeiten (1837—39) reichte ungefähr die Hälfte der Rasen bis an die Wade, die übrigen bis an den Leib: der Unterschied im Ertrage mochte im letzteren Falle auf das Sechsfache geschätzt werden. Allein die Vortheile nasser Jahrgänge sind auch in Bezug auf die Güte des Weidegrundes vielmehr scheinbare, als wirkliche, da die Thyrsa, die weder durch Dürre noch durch Frost völlig zu Grunde geht, um so weniger nutzbar ist, je höher sie aufschiesst.

Auch die Mannigfaltigkeit ¹⁰⁰⁾ der Steppengräser ist mit der der nordischen Wiesen gar nicht zu vergleichen. Auf den Corniess'schen Plänen sind nur sieben Gräser verzeichnet, und die Stauden, deren hunderter Wechsel doch auf einem kleinen Raume der Steppenflora leicht eine Ausbeute von mehreren Hundert Arten bietet, sind eben-

falls anders, wie auf den Wiesen vertheilt, wo die einzelnen gewöhnlich in reichlicher Menge auftreten. Teetzmann gab ein Verzeichniss von 250 Pflanzen, deren Vorkommen er auf einem Gute der nogaischen Steppe untersuchte, und er bemerkt, dass die meisten so selten seien, dass die Zahl der Individuen, wenn sie bei dem vorherrschenden Thyrsagrass (*Stipa capillata*) 5 Millionen betrüge, nur bei 18 Arten über 10000 und bei 33 anderen über 100 steigen würde.

Auf die Vertheilung der Pflanzen in der Grassteppe hat die Beschaffenheit der oberflächlichen Erdkrumen weniger Einfluss, als man denken sollte. Die Stellung des Grundwassers, die von den tiefer liegenden Schichten abhängt, ist von grösserer Bedeutung, als der Wechsel von Sand und Thon oder die oft nur unbedeutende Humusablagerung an der Oberfläche. Auf reinem Sandboden sah Baer ⁹⁵⁾ in der Steppe am Eltonsee wilden Hanf sechs Fuss und höher aufgeschossen: wie wäre ein solches Wachstum möglich, wenn nicht in der Tiefe thonreichere Bodenschichten lägen, die die Feuchtigkeit aus dem Sande abzufließen hinderten und dadurch die Wirkung der Niederschläge erhöhten? Der Boden der Steppe von Taurien ⁹⁶⁾ ruht in der That allgemein auf einem tiefen Thonlager, welches die Feuchtigkeit, aber doch nur in einem geringen Grade, zurückhält, indem eine grosse Schwierigkeit besteht, trinkbares Wasser zu bekommen und die Heerden zu tränken. Bei jeder neuen Ansiedelung ist die Anlage von Brunnen nothwendig, die oft eine Tiefe von mehr als hundert Fuss haben und daher schwer zu benutzen sind. Ueber jenem Thonlager liegt hier nur eine schwache und ebenfalls thonreiche Humusdecke, die höchstens 16 Zoll stark ist. Durch einen grösseren Thongehalt in den oberflächlichen Erdschichten ist eben auch die doch viel magerere Vegetation der westlichen Kirgisensteppe charakterisirt, wo die Thyrsa schwindet, Triticen ihren Platz einnehmen und viele der grösseren, südrussischen Stauden fehlen ¹⁰²⁾. Aus der ungleichen Beschaffenheit des Untergrundes ist eine Erklärung solcher Verschiedenheiten zu erwarten. Sodann ist aber auch das Relief der Grassteppe von grossem Einfluss auf die Vegetation: der geringe Schutz, den Terrainwellen gegen die Stürme gewähren, fördert die Mannigfaltigkeit der Arten und lässt der Energie ihres Wachstums freieren Spielraum, während zugleich durch den Zufuss des Wassers an der Oberfläche des geneigten

Bodens die tiefer gelegenen Standorte an Feuchtigkeit gewinnen. Wo die Steppe nur etwas wellig gebaut war, sah Baer ⁹⁸⁾ sie reicher mit *Thyrsa* bewachsen und um so dichter begrast, je deutlicher die Spuren des von mehreren Seiten zufließenden Wassers zu erkennen waren. Auf dürrem Flugsande gedieh kein *Thyrसारasen*, aber ein sandiger Boden, der durch Feuchtigkeit einigermaßen gebunden war, erzeugte eine Gramineenvegetation, die der Reisende als »ein wogendes Stipafeld« beschreibt.

Die Sandsteppe unterscheidet sich dadurch von der Grassteppe, dass mit der Feuchtigkeit der oberflächlichen Erdschichten der Gramineenrasen verschwindet und die Stauden und Kräuter den Strauchformen ganz untergeordnet sind. In Khorasan und selbst in der Wüste Karakum am Aralsee sind die Sandstrecken mit Calligoneen und ähnlichem nackten Gestrüpp dicht bewachsen ¹⁰²⁾. Diese Gegenden, so ungleich in ihrem Niveau, stehen doch insofern unter ähnlichen physischen Bedingungen, als die Dürre dieselbe ist, mögen nun zusammenhängende Gesteine, oder gröbere Gerölle oder auch feinere Sandmassen an der Oberfläche liegen, so dass von der Felssteppe bis zu den beweglichen Dünenbildungen die verschiedensten Uebergänge vorkommen können. Wie die Formen der Steppensträucher von der Art der Bewässerung des Bodens und des Untergrundes abhängig waren, so auch ihre Vertheilung. Die Traganthsträucher der Hochsteppen wachsen gesellig, ihre belaubten Aeste dicht unter einander verwoben, oft bilden sie ein dichtes und, wenn auch niedriges, doch wegen der überall hervorragenden Dornen fast unbeschreibbares Gestrüpp. Das Tiefland hingegen ist überall zugänglich, zwischen den mageren Verzweigungen der *Spartium*form ist der gelbliche, humusfreie Boden sichtbar, und, indem die Sträucher sich vereinzeln oder nur gruppenweise verbunden sind, je nachdem die Feuchtigkeit hier sie zu nähren ausreicht und dort versiegend sie nicht aufkommen lässt, verwandeln sich die Sandsteppen in unbewohnbare Wüste. In anderen Gegenden sind sie nicht ohne Graswuchs, und an die Stelle des Gestrüpps treten dornige Halbsträucher (*Alhagi*): so werden sie durch Uebergänge mit den Grassteppen vermittelt. Der Unterschied beruht überhaupt nur zum Theil auf den Pflanzenformen: auch die Dichtigkeit der Vegetation ist von Einfluss darauf, wie viel Humus abgelagert wird, und diese ist bei manchen

Dornsträuchern weit grösser, als die der Gramineen und Stauden in der Grassteppe.

Wo in den Sandsteppen und Wüsten der Thongehalt des Bodens zunimmt, wechseln sie, sobald das Wasser denselben nicht völlig ausstossen konnte, mit den Halophyten der salzführenden Erdkrumen. Oft sind die Dünenwellen des Flugsandes von Thälern gefurcht, wo die Feuchtigkeit sich in Morästen sammelt, deren Vegetation mit der der Salzsteppe übereinstimmt, und ebenso findet man in dieser zuweilen kleine Oasen von gutem Graswuchs an Orten, wo an der Oberfläche das Salz entfernt worden ist. Die Salzsteppe lässt je nach ihrer Feuchtigkeit und nach der Menge des Salzes eine Reihe von Formationen unterscheiden. Der dürre Boden geneigter Abhänge, die ebene Lehmsteppe, die anstehenden Gesteine und die feuchteren Standorte üben ihren Einfluss auf die Anordnung der Halophyten. Das Gemeinsame aller dieser Formationen aber besteht in dem Vorwalten der Chenopodeen und Artemisien und darin, dass diese Gewächse sich den Sommer hindurch frisch erhalten und erst in den Herbst die Zeit ihrer Befruchtung fällt.

Von der Halophytenvegetation geneigter Berg- und Hügelgehänge giebt die Abdachung des Kohrud im Süden der persischen Salzwüste ein Beispiel¹⁰¹⁾, wo dieselbe mit der der Sandsteppen sich vermischt. In den Thälern gräbt man Brunnen, deren Wasser wenigstens für die Lastthiere trinkbar ist, und hier wachsen neben den geselligen Salsoleensträuchern, namentlich einer besonderen Form des Saxaul (Togh) zugleich auch Calligoneen, und der Graswuchs ist nicht ganz ausgeschlossen. Die kahlen, felsigen Bergabhänge besitzen eine Pistacie und verschiedene, meist dornige Sträucher mit schmalen Blättern (*Amygdalus scoparia*, *Gymnocarpus*): hier wird das Salz sich nicht erhalten haben.

Dürre Lehmsteppen finden sich schon in den Wolgagegenden, sie werden sodann in den Umgebungen des Aralsees, auf dem Plateau des Ustjurt und gegen Buchara hin zu nackten, oft völlig pflanzenlosen Wüsten. Da der Salzgehalt ihres ebenen Bodens gewöhnlich nicht beträchtlich ist, so sind die Chenopodeen hier weniger mannigfaltig, und da die Oberfläche in den glühenden Sonnenstrahlen frühzeitig ihre Feuchtigkeit verliert, so vereinzeln sich die wenigen Pflanzen. Den Thon- und Lehm Boden kann Verdunstung ebenso

dürr machen, wie den Flugsand der unterirdische Abfluss, aber die Vegetation selbst, sofern sie Schatten wirft oder Humus bildet, wirkt in entgegengesetztem Sinne. Von holzigen Salsoleen findet man in den südlicher gelegenen Lehmsteppen (bis 48° N. B.) oft nur den Saxaul, der als Baum oder Strauch immer einigen Salzgehalt anzeigt und in der Dürre gewöhnlich zu niedrigem Gestrüpp verkümmert; die einjährigen Chenopodeen sind häufiger (*Kochia*) und werden von Artemisien und einigen wenigen anderen Stauden begleitet (*Euphorbia*). Nirgends, sagt Baer⁹⁸⁾ von einer solchen Steppe an der Wolga, also ausserhalb des Saxaul-Bereichs, liess sich ein freundliches Grün erblicken, nur hier und da ein von Behaarung der Blätter grauer Farbenton, während der feuerfarbene Boden von der Sonnengluth gleichsam entbrannt erschien. Auch Borssczow¹⁰²⁾ bezeichnet die Einförmigkeit, das tote Aussehen der Landschaft südlich von Irgis als etwas Unbeschreibliches. Die Terrassen, zu welchen sie sich erhebt, entbehrten an vielen Orten entweder jeder Vegetation, oder waren auf unübersehbaren Strecken mit einer düsteren Artemisie (*A. fragrans*) bedeckt, zu welcher sich hier und da kärgliche, fuss- hohe Saxaulsträucher und noch ein paar andere Salsoleen gesellten.

Ein ähnliches Bild der Oede bietet die Steppe auf der Halbinsel Mangischlak⁹⁸⁾ an der kaspischen Abdachung des Ustjurt, unter deren spärlichen Halophytenvegetation nur eine einzige blattlose Chenopodee (*Anabasis aphylla*) im Sommer grün ist, wo aber doch im Frühling vereinzelte Gräser zum Vorschein kommen, ohne dass die tote Färbung des Bodens dadurch belebter würde.

Mit zunehmender Feuchtigkeit des Bodens, die hier, vom Abfluss unabhängig, auf dem Verhältniss der Niederschläge zur Verdunstung an Ort und Stelle beruht, vereinigen sich die Halophyten zu der Formation der geselligen Salsoleensträucher und Tamarisken. Wächst zugleich der Salzgehalt, so erreichen die Chenopodeen die grösste Mannigfaltigkeit, die einjährigen Formen wachsen an der Seite der holzigen, und mit den Artemisien verbinden sich die schönen Laubrossetten der Staticen. So gehen diese Bildungen, je mehr das Wasser sich sammelt, in die eigentlichen Salzmoräste über, denen auch die Rohrgräser nicht fremd sind, die zuletzt an den Ufern der grossen Binnenmeere die Halophyten ganz oder theilweise verdrängen.

Von den fremdartigen Formationen der Steppenflora, welche die Befeuchtung des Bodens während des Sommers hervorruft, ist schliesslich noch zu erwähnen, dass sie ebenso wenig in ihrer Anordnung, wie in ihren Formen von denen des Waldgebiets zu unterscheiden sind. Die leichten Hölzer, welche die Uferwäldung bilden, bestehen hauptsächlich aus Weiden und Pappeln, und unter den letzteren treten in Asien mehrere eigenthümliche Arten auf (*Populus euphratica* u. *pruinosa*). Aber nur selten sind, wie in Hochturkestan, die Ufer der Flüsse von breiten Streifen hochstämmigen Waldes umsäumt. Die strauchförmigen Weiden und die Rohrgräser eignen sich besser für das Ueberschwemmungsbereich auf ebenem Boden, die Bäume entsprechen dem stärkeren Gefälle in der Nachbarschaft der Gebirge, zu deren Waldregionen wir nun übergehen.

Regionen. Die Einflüsse des Steppenklimas auf die Höhengrenzen der Vegetation werden am deutlichsten erkannt, wenn man sie mit denen der Pyrenäen vergleicht, die mit dem Kaukasus und dem Thianschan unter gleicher Breite liegen. Die durch den wolkenlosen Sommer erhöhte Insolation und die Abnahme der Niederschläge im Inneren des Kontinents wirken auf die Schneelinie in entsprechendem Grade elevirend, nicht aber oder kaum bemerkbar auf die obere Höhengrenze der Wälder. Die Schneelinie liegt am Kaukasus 2400, am nördlichen Abhange des Thianschan über 3000 Fuss höher, als in den Centralpyrenäen. Die höchste Elevation der Schneegrenze ist in der mittleren oder Karakorum-Kette des Himalaja ¹⁰³⁾ nachgewiesen, wo dieselbe zu einem Niveau hinaufgedrängt wird, welches unter gleichem Parallelkreise die des Libanon um 8000 Fuss übertrifft. Die Baumgrenzen des Kaukasus und des Thianschan liegen nur 400 oder 500 Fuss höher, als auf den Pyrenäen, und, da den inneren Ketten des Himalaja die Wälder fehlen, so kann das daselbst auf terrestrischer Bewässerung beruhende, vereinzelte Vorkommen von Bäumen in grossen Höhen ⁶⁷⁾ mit den Vegetationsgrenzen anderer Gebirge nicht füglich verglichen werden.

Die Hebung der Schneelinie auf den Gebirgen des Steppengebiets ist viel leichter zu erklären, als das Zurückbleiben der Wälder. Der Kaukasus erhebt sich unmittelbar aus dem Tieflande: hier haben wir den reinen Ausdruck eines Kontinentalklimas, dessen Sommerwärme in Tiflis über 4° höher ist, als in Pau ¹⁰⁴⁾, und wo

daher der Schnee auch bis zu einem höheren Niveau wegschmelzen kann. Auf dem Thianschan steigert sich diese Wirkung, weil die Gebirgskette, am Rande der Gobi gelegen, zugleich unter dem erwärmenden Einflusse der südwärts sich anschliessenden Hochsteppen steht. In den inneren Ketten des Himalaja endlich wird der Schnee auf die höchsten Kuppen zurückgedrängt, theils weil die Bodenanschwellung so viel bedeutender und an beiden Seiten gleich gross ist, theils weil die Trockenheit der Atmosphäre hier den Niederschlag am meisten beschränkt und die Verdunstung beschleunigt.

Dass aber die Wälder von dem Kontinental- und Plateauklima im entgegengesetzten Sinne berührt werden, ist nicht überall auf Mangel an Feuchtigkeit, wie im Bereiche des Mittelmeergebiets, zurückzuführen. Denn die Höhe der Gebirge ist so viel beträchtlicher¹⁰⁵⁾, als in Europa, dass da, wo die doch immer noch weit ausgedehnten Schneemassen während des Sommers schmelzen, es den oberen Regionen an Zufüssen nicht fehlen kann: wir würden, käme dies allein in Betracht, doch wenigstens an geeigneten Oertlichkeiten den Wald zu höheren Lagen aufsteigen sehen. Es kann also die Ursache einer in solcher Allgemeinheit nachweisbaren Erscheinung wohl nur in der Temperaturkurve des Kontinentalklimas erblickt werden, die dem Baumleben nicht genügt, weil die warme Periode des Jahrs zu rasch vorübergeht. Ist diese Folgerung richtig, so werden wir je nach der Temperatursphäre der einzelnen Baumarten grosse Verschiedenheiten erwarten können, und dies bestätigt sich in soweit, als hieraus das ausnahmsweise hohe Niveau erklärlich würde, welches die euphratische Pappel, der asiatische Wachholderbaum und in Tibet⁶⁷⁾ die baumartige *Myricaria* erreichen. Indessen werden Betrachtungen dieser Art dadurch unsicher, dass die Bäume, welche in den verschiedenen Gebirgen die Waldregionen bilden, in den meisten Fällen nicht dieselben und ihre klimatischen Lebensbedingungen daher nicht unmittelbar zu vergleichen sind. Fast der einzige Baum, der vermöge der Ausdehnung seines Wohngebiets sich zu solchen Vergleichen darbietet, ist jener Wachholder (*Juniperus foetidissima*), und eben dieser verhält sich am Libanon und in Tibet gerade so, wie es nach Massgabe des Unterschieds der Schneelinie zu erwarten ist: derselbe wurde nämlich von Thomson⁶⁷⁾ hier um beinahe 7900 Fuss höher ansteigend beobachtet,

als dies in Syrien der Fall ist, wobei es freilich ungewiss erscheint, ob auch in jener Höhe, welche das Niveau aller übrigen tibetanischen Bäume übertrifft, der baumartige Wuchs erhalten bleibt. Es möchte anzunehmen sein, dass Bäume, die eine längere Entwicklungszeit in Anspruch nehmen, eben aus diesem Grunde im Inneren des Kontinents durch andere Arten vertreten werden, und dass es hier überhaupt an geeigneten Baumorganisationen fehlt, die oberen Regionen einzunehmen, die noch bewaldet sein könnten, wenn Wald bildende Bäume von kurzer Vegetationszeit, wie etwa auf den Rocky Mountains, vorhanden wären. Durch diesen Umstand wird der Raum der alpinen Region zwischen den Wäldern und der Schneelinie bedeutend erweitert, aber doch kommt dieser Vortheil der Gebirgsflora nur selten zu Statten. In den meisten Gebirgen ist der klimatische Einfluss der Hochsteppen, die sie berühren, zu überwiegend, um eine reiche, alpine Flora und eine dieser entsprechende Ueppigkeit alpiner Weidenzuzulassen, aber man erkennt zugleich, dass solche Vorzüge unter günstigen örtlichen Bedingungen, wie am Alages, möglich sind.

Die einzelnen Gebirge, auf denen die Anordnung der Regionen genau erforscht ist, können nach ihrer Polhöhe und ihrer Stellung zu den Hochsteppen in zwei Gruppen gebracht werden, wovon die nördliche den Kaukasus und Thianschan, die andere die Randerhebungen der vorderasiatischen Plateaus und die Ketten begreift, die mit dem indischen Himalaja in näherer Verbindung stehen.

Kaukasus (41—45° N. B.)

Waldregion — 7700' (6600').

Birke in Daghestan — 7700' [Ruprecht¹⁰⁶].

» in Abchasien — 6600' [Radde¹⁰⁷].

Kiefer in Abchasien — 5930' [»].

Alpine Region. 7700' (6600') — 10800' [Schneelinie: Abich¹⁰⁸].

Thianschan u. nördl. Parallelketten des Alatau [42—46° N. B.¹⁰⁹].

Steppenregion am Nordabhang — 4000'.

Irrigirtes Kulturland daselbst 1500—4000'.

Waldregion aus *Pinus Schrenkiana*. 4000—7600'.

Alpine Region. 7600—11200' (Schneelinie am Alatau; 11540' am Thianschan).

Alpine Sträucher — 9000'.

Für die botanische Untersuchung des Kaukasus ist zwar schon in früherer Zeit durch Marschall von Bieberstein, Meyer und Andere viel geleistet, aber doch musste die Kenntniss dieses zur Vergleichung mit den Alpen so wichtigen Gebirgs bis zur Unterwerfung der unabhängigen Stämme eine lückenhafte bleiben. Seitdem sind Ruprecht zu den Sitzen der Lesghier in Daghestan und Radde zu denen der Tscherkessen im westlichen Kaukasus vorgedrungen, allein die Ergebnisse ihrer Forschungen sind bis jetzt nur fragmentarisch mitgetheilt worden. Dieses Wenige ist indessen gerade für unsere Zwecke vergleichender Darstellung besonders werthvoll. Obgleich es an Verknüpfungen der kaukasischen Flora mit den Alpen auf der einen, mit den asiatischen Gebirgen auf der anderen Seite nicht fehlt, so sind doch zahlreiche Pflanzen eigenthümlich, wie die isolirte Stellung dieses grossen Erhebungssystems erwarten lässt. So führt Ruprecht¹⁰⁶⁾ es als eine bemerkenswerthe und sicher festgestellte Thatsache an, dass die Vegetation von Taltusch, die mit der persischen Gebirgsflora in näherer Verbindung steht, durch die Steppen des Kurthals vom östlichen Kaukasus völlig gesondert bleibt.

Die Wälder, die einen grossen Theil des Kaukasus bedecken, steigen an der nordöstlichen Abdachung Daghestans höher hinauf, als auf der südwestlichen. Der Sommerpassat, an sich zwar trocken, aber über dem kaspischen Meere mit Wasserdampf erfüllt, verliert an der nördlichen Gebirgsseite hinaufwehend, seine Feuchtigkeit, während am Südadhange selbst der Westwind von einem heiteren Himmel begleitet wird²²⁾. Hieraus erklärte Abich diesen Gegensatz der Waldregionen Daghestans und der dürren Südseite des Schachdagh, wo er bei westlichem Winde in der Höhe von 11300 Fuss auf schneefreiem Boden eine ungemein niedrige Dunstspannung beobachtete. Hier ist also auch die Schneelinie stärker als dort elevirt¹⁰⁸⁾. Dasselbe ergab sich aus der Vergleichung von Ruprecht's Messungen der Birkengrenze in Daghestan mit denen Radde's im tscherkessischen Kaukasus¹⁰⁷⁾, indem sich die ersteren auf den nordöstlichen, die letzteren auf den südwestlichen Abhang der Hauptkette beziehen. Ob indessen die Nordseite des westlichen Kaukasus sich ebenso verhalte, wie die des östlichen, ist noch unbekannt: wahrscheinlich wird hier der Einfluss der Exposition minder bedeutend sein. Denn der Unterschied der Baumgrenzen in Daghestan und Abchasien ist wahr-

scheinlich eben darin klimatisch begründet, dass der Sommerpassat dort durch das kaspische Meer mit Wolken gespeist wird und dieselben höher hinauftreibt, während die Gegenwinde des Pontus die Feuchtigkeit an den waldigen Vorbergen von Kolchis entladen und den Hauptkamm des westlichen Kaukasus nicht erreichen. In den höheren Regionen scheint der von den russischen Steppen kommende Wind im Sommer die Herrschaft zu behaupten und durch seine Trockenheit den Waldwuchs einzuschränken. Die Schwankungen der Baumgrenze sind überhaupt im Kaukasus ebenso wie die der Schneelinie sehr bedeutend, so dass ihre klimatische Gesetzmäßigkeit nicht leicht zu erkennen und eine umfassendere Sammlung der That-sachen zu wünschen ist. Wo die Wälder zurücktreten, pflegt auch die alpine Flora tiefer hinabzusteigen. Viele Gegenden selbst des feuchten Daghestans fand Ruprecht waldlos, und nicht selten muss die kaukasische Alpenrose (*Rhododendron caucasicum*) das Brennholz ersetzen¹⁰⁶). Auch im centralen Kaukasus, in Ossetien, ist der Holz-mangel fühlbar¹¹⁰), oft bedeckt hier kaum ein armseliges Ge-strüpp den Boden, welches aus der Rhamnusform und aus mittel-europäischen Dornsträuchern gebildet wird.

Nicht die Trockenheit des Klimas allein steht der Bewaldung entgegen, sondern auch der Bau des Gebirgs. Die Alpen an Aus-dehnung übertreffend, aber nur zu einem einfachen Hauptkamm sich erhebend, entbehrt der Kaukasus der symmetrischen Bildung grosser Längsthäler, in denen die fruchtbaren Erdkrumen sich leichter sammeln können. Die Seitenarme der Hauptkette dehnen sich zwischen unregelmässigen Thalschluchten zu wasserarmen und deshalb wald-entblössten Hochflächen aus, an deren schroffen Gehängen nur die Gewächse des Felsbodens eine grössere Bedeutung erlangen. Die Niederschläge sind reichlich genug, um auch von den Hochebenen die Steppenpflanzen auszuschliessen, und hiedurch unterscheidet sich der Kaukasus von den übrigen Gebirgen Vorderasiens, aber das Wasser wird auf der Oberfläche der Schiefergesteine nicht zurück-gehalten und findet auch in den Thälern wenig Raum, befruchtend zu wirken. Der zerrissene Boden Ossetiens ist zur Erzeugung von Humus wenig geeignet, und deshalb, bemerkt der Reisende Koch, werde eine üppig sprossende Vegetation hier durchaus vermisst. In anderen Gegenden, wo die Querthäler dichter gedrängt sind und ihre

Wände minder jäh abfallen, ist den Wäldern, Wiesen und Alpenmatten doch ein weiter Schauplatz dargeboten. Im Bereiche eines so grossen Gebirgs ist es begreiflich, dass die Nachrichten über die Ausbeute der botanischen Forscher ziemlich widersprechend lauten. Als fast nur der centrale Kaukasus in der Nähe der grossen Heerstrasse nach Tiflis besucht werden konnte, schien auch die alpine Region weit pflanzenärmer zu sein, als in den Alpen. Aber sowohl im östlichen Daghestan als im Westen Abchasiens wurde die alpine Flora sehr reichhaltig gefunden, und über den Waldregionen breiteten herrliche Weidegründe sich aus.

Am Fusse des Kaukasus bietet die Berührung mit den drei hier zusammengedrängten Floren ebenfalls Stoff zu einem gewissen Wechsel der Uebergänge. Nirgends scheint die Vegetation der Steppe in das Gebirge selbst unverändert einzudringen: dies verhindert die Bewässerung, indem die äussersten Vorberge besonders reich gegliedert sind und die Vereinigung zahlloser Gebirgsbäche zu grösseren Flüssen erst in einiger Entfernung erfolgt. An der Nordseite sind für dieses Verhältniss die Wiesen der Kabarda charakteristisch, die zwischen dem centralen Kaukasus und der russischen Steppe sich einschalten. Stauden und Gräser wachsen hier in solcher Ueppigkeit, dass man sich leicht verbergen kann, ohne sich niederzulegen¹¹¹⁾. Die Gramineen sind grösstentheils mitteleuropäische Wiesengräser, unter den Stauden bemerkt man hingegen viele kaukasische Arten, welche durch die Gewässer auf diese dem Hochgebirge vorliegende Flächen übergegangen sind. Hiedurch und durch die Entfaltung der Vegetation im Hochsommer unterscheidet sich dieses Wiesenland von der Grassteppe, die zu derselben Zeit längst verdorrt ist. Freilich herrscht hier, nach gewissen Stauden zu urtheilen, noch Steppenklima; dafür sprechen die Artemisien, die Astragalen und Cynareen: aber der Einfluss des nahen Gebirgs ändert den Vegetationscharakter, die Frühlingspflanzen der Steppe gehen am dürren Sommer zu Grunde, während die Kabarda vom Kaukasus aus wohlbewässert ist.

In Georgien, wo, wie früher bemerkt, im Sommer Niederschläge stattfinden, reichen aus diesem Grunde die bewaldeten Abhänge bis an die Steppen der Kurebene²⁴⁾, und in Kolchis berühren sich die Wälder des Rionthals unmittelbar mit denen des Hochgebirgs. Wie

in den Alpen, sind wenigstens im westlichen und centralen Kaukasus die Laubwälder von der oberen Nadelholzregion deutlich abgestuft; im ganzen Gebirge ist die Buche für die ersteren auch hier bezeichnend. An der südlichen Abdachung des Hauptkamms sind die Wälder denen der pontischen Küstenkette ähnlich und bestehen zum Theil aus denselben Baumarten. Die untere Region Abchasiens und Mingreliens¹⁰⁷⁾ erinnert indessen durch ihre Eichenwälder, durch ihre in den Lichtungen über weite Strecken ausgedehnten Dickichte von Farnkraut (*Pteris*) viel mehr an die Gebirge Rumeliens. Die tief in die Erde eindringenden Wurzelstöcke dieses geselligen Farns verschliessen den Boden dem Ackerbau, sowie die Formation, da die Heerden die Farnwedel nicht anrühren, auch für die Viehzucht fast ganz verloren ist. In der Küstenregion Abchasiens ist die Vegetation weit üppiger als im Inneren von Mingrelien, der Einfluss des Pontus macht sich bis zum Kamme der waldbedeckten Berge geltend. Unmittelbar am Meere verweben sich die bis zur Krone der Eichen und Ulmen ansteigenden Schlinggewächse (*Smilax*, *Vitis*, *Clematis*), sie stellen mit den Bäumen und Sträuchern undurchdringliche Wände dar, in welche man nur auf schmalen Fusspfaden eindringen kann. Hier setzt die Vegetation, wie Radde sich ausdrückt, durch ihren grandiosen Massstab, namentlich wenn man aus den östlichen Stepplandschaften kommt, den Reisenden Anfangs in hohes Erstaunen, aber bald ermüdet sie durch den Mangel des Wechsels der Formationen. Ueber der Eichenregion folgt der Buchenwald und über diesem der Coniferengürtel, der aus zwei Arten von Tannen gebildet wird (*P. orientalis* u. *Picea* var. *Nordmanniana*).

Die Wälder des östlichen Kaukasus bestehen fast nur aus Laubholz: von Coniferen, die wohl selten genug sein mögen, da sie nach den älteren Angaben Steven's hier ganz fehlen sollten, wird nur die Kiefer erwähnt [*P. sylvestris*¹⁰⁶⁾]. In Daghestan sind ebenso, wie in Georgien, noch die letzten Ausläufer des Gebirgs bewaldet, aber diese Wälder können den prächtigen Hochbeständen am schwarzen Meere durchaus nicht gleichgestellt werden²⁴⁾. Die Bäume stehen dichter gedrängt, aber ihre Stämme sind weit niedriger: es fehlen die Lianen, die Rebe, der Ephau, und die immergrünen, pontischen Sträucher sind verschwunden. Diese Wälder, deren Bestandtheile aus verschiedenen, mitteleuropäischen Laubhölzern gemischt sind,

werden oft durch magere Gesträuchformationen unterbrochen, aber in den höheren Lagen kommen auch hier reine Buchenbestände vor.

In der Verbreitung der kaukasischen Nadelhölzer ist ein schwieriges Problem enthalten, welches einer sicheren Lösung sich noch ganz entzieht. Dass die Coniferen nach dem kaspischen Meere hin so sehr zurücktreten, ist eine Thatsache, deren Ursache unbekannt bleibt, aber viel merkwürdiger würde es sein, wenn es sich bestätigte, dass die orientalische Tanne des pontischen Gebirgs und des westlichen Kaukasus unter gleicher Breite am Thianschan wiederkehrt. Auf diesem fernen Gebirge Centralasiens wächst nämlich, wie auch am Alatau, eine Conifere, die sich von jener nur durch längere Nadeln unterscheiden soll und also vielleicht dieselbe ist [*P. Schrenkiana* ¹¹²]. Dies wäre demnach ein ähnlicher Fall, wie bei der Ceder, aber noch auffallender, weil nicht bloss eine Verbindung der entlegenen Wohngebiete über die persischen Gebirge nicht anzunehmen ist, sondern weil die orientalische Tanne, bis Ossetien vordringend, wie Ruprecht ausdrücklich bestätigt hat, im östlichen Kaukasus fehlt, ohne dass man einsieht, was sie hier zurückhalten könnte. Bei diesem Anlass müssen wir auch noch einmal ¹¹³) auf den asiatischen Wachholder (*Juniperus foetidissima*) zurückkommen, da auch hier die nämliche Schwierigkeit, die Wanderungen der Bäume aufzuklären, uns aufs Neue begegnet. Von der Krim geht der Wachholderbaum über den westlichen und centralen Kaukasus zum Taurus bis Persien, die äussersten Standorte nach Nordosten sind auf den Vorbergen der Provinz Karabagh im Süden des Kur nachgewiesen. Im östlichen Kaukasus scheint er gleichfalls zu fehlen, wurde aber dann in Centralasien vom Himalaja aus nordwestlich bis zum Fontau bei Samarkand ¹¹⁴) verbreitet gefunden. Doch soll ein nicht näher bezeichneter Fundort in Turkomanien, also vielleicht an den südlichen Ausläufern des Ural, den weiten Abstand beider Wohngebiete vermitteln ¹¹⁵). Man könnte in solchen Fällen wohl an Hypothesen denken, die auf Zustände in früheren Zeiten zurückgehen, man könnte bei beiden Coniferen ehemalige Verknüpfungen des Wohngebiets über den persischen Elborus und die gegenwärtig waldlosen Gebirge Khorasans für möglich halten und darauf hinweisen, dass, wie man aus Steenstrup's Untersuchungen weiss, in der Vegetation der Bäume ein säkularer Wechsel eintritt, der durch Erschöpfung

des Bodens an den der einzelnen Art nöthigen Nährstoffen, wie beim Fruchtwechsel des Landmanns, endlich herbeigeführt werden muss. Allein eine weitere Begründung solcher Vorstellungen wäre doch in dem einzelnen Falle ausgeschlossen, und wir müssen aufs Neue dabei stehen bleiben, dass die Schwierigkeit solcher weite Räume und selbst geeignete Standorte überspringender Wanderungen nicht grösser ist, als bei der Ceder. Der Abstand der Cederwälder des Atlas bis zum Taurus und Libanon ist ungefähr ebenso gross, als vom westlichen Kaukasus bis zum Thianschan und Fontau, ohne dass die Annahme eines Waldwechsels zulässig ist, weil die Gebirgsverbindungen fehlen, deren Vegetation sich hätte verändern können. Was darüber früher gesagt wurde, findet daher auch auf den Wachholderbaum und vielleicht auch auf die orientalische Tanne Anwendung.

Vom Thianschan sind fast nur die Regionen des der songarischen Steppe zugewendeten Abhangs und der durch das Plateau des Issik-Kul (4200 Fuss) von dem Hauptkamm getrennten Ketten des Alatau bis jetzt genauer erforscht worden. Die Wälder beginnen erst in einem viel höheren Niveau, als am Kaukasus (4000 Fuss), am Tabargatai zwischen dem Alatau und Altai sollen sie ganz fehlen. Schrenk ¹¹⁶⁾, der dessen höchsten Gipfel bestieg (9700 Fuss), fand daselbst nur steile, grüne Abhänge mit nackten Felsen, aber keinen Wald. Die Gebirge des Steppengebiets finden wir nur da mit zusammenhängenden Waldregionen ausgestattet, wo sie einem Tieflande frei gegenüber liegen, welches in Verbindung mit dem Meere, als der allgemeinen Quelle des Wasserdampfs der Atmosphäre, diesen herbeiführen kann. So verhält es sich mit dem Kaukasus über der russischen, so mit den Abhängen des Alatau und Thianschan über der songarischen Kirgisensteppe. Wo dagegen ein höheres Gebirge vorliegt, welches den Wasserdampf bereits erschöpfen konnte, wie dem Tabargatai der Altai, ist die Trockenheit der Luft erhöht, und ebenso bleiben die Abhänge waldlos, wenn die atmosphärischen Strömungen von einem Plateau aus zu ihnen übergehen. Eine andere Bedingung des Waldschutzes besteht darin, dass der Neigungsgürtel der Berge ein gewisses Mass erreicht: hebt sich der Boden unmerklich, so kühlt sich die Luft, die ihnen entgegenweht, nicht hinlänglich ab, um Nebel und Wolken zu erzeugen. Deshalb bleiben die unteren Regionen des Thianschan, wo die Erhebung des Landes vom Aral

zum Balkasch und von da bis zum Hochgebirge eine allmälige ist, unbewaldet, wogegen die Bäume an dem steiler ansteigenden Kaukasus bis zu seinem Fusse der Steppe Trotz bieten. Kommen von diesen beiden allgemeinen Bedingungen der Feuchtigkeit und des Baumlebens hier und da Ausnahmen vor, so werden sie sich wohl immer aus den örtlichen Verhältnissen erklären lassen: so scheint die spärliche Bewaldung der Nordseite des Künlün nur eine Folge der Bewässerung aus schmelzenden Schneemassen zu sein, die, wo die Gebirge nur hoch genug sind, um ihre Umgebungen zu überragen, in jeder Lage sich an den Gipfeln und Kämmen sammeln, auch wenn in den tieferen Regionen die Trockenheit der Luft den höchsten Grad erreicht.

Die unbewaldeten, unteren Abhänge des Thianschan weisen doch die Steppenvegetation weithin zurück (4000—1500 Fuss), weil sie durch die Bewässerung fruchtbar werden und daher reicheren Humus erzeugen können. Es wiederholt sich hier in grösserem Massstabe das Bild der Kabarda des Kaukasus. In den Stauden fand Semenow ¹⁰⁹⁾ die natürliche Vegetation dieses Kulturbodens der des russisch-sibirischen Waldgebiets ähnlicher, als der Steppe, aber in Verbindung mit einigen eigenthümlichen Holzgewächsen. Die ersten Anhöhen des Alatau stehen nach Schrenk's Schilderung noch unter dem Einflusse der Steppe, sie erschienen ihm nackt und pflanzenarm; in den Schluchten wuchs indessen ein merkwürdiger, viertelhalb Fuss hoher, holziger Astragalus (*A. Sieversianus*). Die jenseitigen Thäler (2000 Fuss) waren schon wasserreicher und erzeugten grüne, blumenreiche Wiesen, zum Theil mit hochwüchsigen Stauden und mit Sträuchern geschmückt. In einem grösseren Thale wechselten freundliche Hügel mit lieblichen Gründen, Wiesen mit klaren Bächen breiteten sich nach allen Seiten aus, »überall gründer Rasen, wohlriechende Blumen und dicht belaubtes Gebüsch (z. B. *Lonicera*, *Berberis*)«.

Die Waldregion besteht nach Schrenk aus zwei Tannen ¹¹²⁾, von denen er die eine mit hängenden, die andere mit aufrechten Zapfen beschreibt: Semenow erwähnt nur die letztere (*P. Schrenkiana*). Dieser dichtverzweigte, dunkle Tannenwald bedeckt die Abhänge überall, wo die Bäume nur Wurzel fassen können. Nur mühsam dringt man durch diese Bestände, wo die ausgebreiteten Aeste den Weg versperren. Das Gestein bekleidet ein weicher, feuchter Moos-

teppich, aus welchem klare, frische Bäche hervorsickern und subalpine Stauden ihre schönfarbigen Blüten hervortreiben (z. B. *Primula*, *Pedicularis*, *Thermopsis*, *Doronicum*). Hin und wieder erscheint auch Laubholz im Nadelwalde, Birken, Pappeln (*P. balsamifera var. suaveolens*), Weiden und Ebereschen, am Boden auch Himbeer- und Wachholdergesträuch (*Juniperus pseudosabina*).

In der alpinen Region erinnern die Sträucher, die zu einer beträchtlichen Höhe ansteigen (bis 9000 Fuss), zum Theil noch einmal an die Formen der Steppenflora (z. B. *Caragana*, *Spiraea*). Die alpinen Stauden sind neben eigenthümlichen Arten aus altaischen, kaukasisch-europäischen und tibetanischen Gewächsen von arktischer Bildungsweise gemischt. In der Nähe des ewigen Schnees treten auch sie zurück und zuletzt bleiben, wie in Skandinavien, fast nur Lichenen und Moose übrig. Indessen fand auch hier Schrenk noch drei kleine Stauden an den entblößten Felsen oberhalb der Schneegrenze.

Nachdem die Randgebirge Anatoliens und Syriens bereits im Abschnitt über das Mittelmeergebiet besprochen wurden, sind über die Regionen der Hochländer diesseits des Himalaja nur fragmentarische Nachrichten aus Armenien, Persien und Afghanistan zu erwähnen.

Ararat und Alages (40° N. B.).

Region über der Hochsteppe mit Baumwuchs von Birken — 7800' (Parrot).

Eiche im armenischen Randgebirge — 7100' [Abich¹¹⁷].

Alpine Region. 7800—13000' (Schneelinie nach Abich).

Persischer Elborus [37° N. B. über Asterabad: Bunge⁴⁰].

Nordabhang über dem kaspischen Meere.

Waldregion — 8000'.

Buche und Juglandeern — 3000'.

Hainbuche (*Carpinus orientalis*) — 8000'.

Alpine Region. 8000'— (Schneelinie am Demawend 13200': Berghaus).

Südabhang (mit Ausnahme eines Gürtels von Wachholderbäumen waldlos).

Hochsteppe — 7000'.

Alpine Region mit Traganthsträuchern 7000'

Kuh-Daena¹¹⁸ (30½° N. B., im westpersischen Randgebirge: System des Zagros).

Eichenregion (*Q. persica*). 4000—6000'.

Alpine Region. 6000—11000'.

Gestrüchgürtel von *Lonicera persica*. 6000—7000'.

Traganthsträucher 7000—9300'.

Alpine Stauden 7000—11000' (Umbelliferen 7000—8000').

Im russischen Armenien erreichen nur der Ararat und der Alages die Schneegrenze ¹¹⁹⁾, und zwar in einem bedeutend höheren Niveau, als am Kaukasus und als in den pontischen und anatolischen Gebirgen. Im Verhältniss zum Kaukasus beträgt die Elevation 2200 Fuss und erklärt sich aus dem Plateauklima, zu dessen Wirkungen am Ararat die Gestaltung des Bergs und die vulkanischen Gesteine beitragen, die durch die Insolation stärker erwärmt werden. Mit dem westlichen Armenien und Anatolien verglichen, liegen diese Hochgipfel tiefer im Inneren des Landes und sind daher dem Einflusse des Meers in höherem Grade entzogen, dessen Nähe die Schneelinie der pontischen Ketten herabdrückt. Ganz abweichend verhalten sich die Baumgrenzen Armeniens, wo die Wälder so selten sind. Während die Schneelinie des Ararat so bedeutend elevirt ist, sehen wir die Bäume daselbst fast in demselben Niveau aufhören, wie am östlichen Kaukasus, und doch höher ansteigen, als am Pontus. Denn durch die Trockenheit der Atmosphäre ist der Baumwuchs eingeschränkt und kann den Wärmeeinflüssen, welche die Schneelinie nach aufwärts drängen, nicht in gleichem Grade Folge leisten, findet aber doch vermöge der beträchtlicheren Anschwellung des Bodens günstigere Bedingungen, als am Pontus und in Anatolien, nicht um zu Waldregionen sich auszubreiten, sondern nur um an geeigneten Standorten ein höheres Niveau zu erreichen. Reicher bewaldet sind nur die dem kaspischen Meere freier gegenüberliegenden Abhänge, die Thäler der Provinz Karabagh, wo die das Kurthal aufwärts wehenden Luftströmungen das Randgebirge häufig in Nebel und Regenwolken einhüllen. An der Binnenseite fehlen die Wälder gewöhnlich ganz und werden durch Eichengebüsche ersetzt; oft hören die vereinzelt Gehölze schon in einem tieferen Niveau auf (7000 Fuss). Aber auch die alpine Region, die unter diesen Verhältnissen auf dem armenischen Randgebirge einen so viel grösseren Umfang hat, als am Kaukasus, erzeugt nur selten reine Alpenmatten, die Vegetation der Hochsteppe überwiegt, und selbst auf dem Alages, wo diese Matten am reichsten entwickelt sind, folgt am Südwestabhange über der Region der Eichengebüsche und dem Wachholder-Krummholz eine Bekleidung des Bodens mit Traganthsträuchern.

Aehnlich, aber in noch höherem Masse dem Steppen bildenden Plateauklima unterworfen, verhalten sich die Gebirge Persiens. Die

nördliche Kette des Elborus besitzt nur am kaspischen Abhänge die dichten Laubwaldregionen von Masenderan und Gilan; ausser ver- einzeltem *Taxus* fehlen demselben die Nadelhölzer. Auf der Höhe der Pässe fand Bunge den Uebergang zur persischen Flora durch die Abdachung genau bestimmt, welche das feuchte, kaspische Klima von dem Einflusse des trockenen Plateaus abscheidet. An der Süd- seite herrschen Dornsträucher und Steppenpflanzen, in der oberen Region mischen sie sich mit alpinen Stauden: von Bäumen findet sich nur der Wachholder (bis 500 Fuss unter dem nicht gemessenen Pass). Uebrigens sind in Khorasan, zwischen Nischapur und Mesched, nur Pappeln, Weiden und Platanen in den Flussthalern angetroffen. Auf dem Zagros ¹¹⁸), dem westlichen Randgebirge gegen Kurdistan und Mesopotamien, ist der Eichenwald auf die unteren Abhänge über dem Plateau von Schiras eingeschränkt (bis 6000 Fuss): dann fol- gen Gesträuche, und in der alpinen Region sind die Vegetationsformen der Steppe noch sehr bemerklich. Denn auch hier steigen die Tra- ganthsträucher hoch hinauf (bis 9300 Fuss) und beschränken den Raum, der auf dem dünnen, felsigen Boden den alpinen Stauden nur karg zugemessen ist.

Noch viel öder sind die Gebirge von Khorasan und der west- liche Hindukusch am Nordrande Afghanistans ¹²⁰). Hier sind beide Abhänge vollkommen baumlos, über beide verbreitet sich die Hoch- steppe, aber noch unfruchtbarer ist die dem Tieflande Turkestans zugewendete Nordseite, wo die Halophyten zunehmen. Ueppig grü- nende, von dichtem Gebüsch bewachsene Stellen sind nur an den Flussufern zu finden. Bis zur Höhe der Pässe des Hindukusch (12000 Fuss) reicht die Vegetation von dornigem Gestrüpp (*Acan- tholimon*) und von Artemisien: doch gedeihen in feuchten Schluchten und nur hier allein auch alpine Stauden (z. B. Gentianeen, *Pedi- cularis*).

Zu dem schon oben geschilderten Vegetationscharakter des in- neren, waldlosen Himalaja sind die Beobachtungen Lehmann's ¹²¹) an dem zum System des Bolor gehörigen Fontau bei Samarkand (40^o N. B.) hinzuzufügen, wo aber das Niveau der Regionen noch nicht gemessen wurde. Der Bolor begreift die hohen Gebirge, welche den Künlün und Hindukusch mit dem Thianschan verbinden; der Fontau ist ein am Säräfschän auslaufender, alpiner Nebenzweig. Die untere

Region ist auch hier waldlos, die dürren Hügel sind mit Steppensträuchern bewachsen. Weiter thalaufwärts nehmen lichte, anmuthige Laubgehölze von niedrigem Wuchs die sanften Gehänge ein (*Pistacia*, *Betula*, *Crataegus* u. a.). Neben diesen mannigfach wechselnden Baumformen bekleidet der im Allgemeinen überneigende Wachholderwald den Fontau (*Juniperus foetidissima* s. o.). Aber auch dieses Nadelholz ist keineswegs hochwüchsig; mächtig sind zwar die Stämme an Dicke, aber ihre Höhe scheint nicht viel über 18 Fuss zu messen. Von Steppenpflanzen stets begleitet, besteht das Unterholz aus Sträuchern der Rhamnus- und Spartiumform (z. B. *Lonicera*, *Ephedra*). Durch einige Arten ist eine Verwandtschaft mit der persischen Gebirgsflora ausgedrückt, namentlich durch das Loniceregebüsch (*L. persica*) und durch eine Liane (*Cissus aegirophylla*), die in ihrer Rankenlosigkeit mit einer am Zagros vorkommenden Art (*C. vitifolia*) übereinstimmt). Ueber dem Coniferenwalde folgt unmittelbar die alpine Region, die dem Reisenden eine reiche Ausbeute gewährte. Hier wechselten Alpenmatten, deren Feuchtigkeit und Fruchtbarkeit in den herrschenden Stauden sich ausspricht (z. B. *Polygonum alpinum*), mit Felsboden, wo, wie in den Alpen, die kleineren Arten sich ansiedeln, aber auch mit dürren Abhängen, die mit Steppenpflanzen bekleidet sind (z. B. *Acantholimon*, *Cousinia*). Durch diese Mischung der Formen ist der Uebergang zur tibetanischen Flora ausgedrückt.

Vegetationscentren. Nur in einzelnen Gegenden und namentlich in Russland ist die Verbreitung der Steppenpflanzen genügend erforscht worden, um Untersuchungen über die Lage der Vegetationscentren darauf gründen zu können. Aus den südlichen Tafelländern kennt man meist nur die Ausbeute einzelner Reisenden, und in diesem Falle kann man daher die endemischen von den weiter ausge dehnten Wohngebieten nicht sicher unterscheiden. Lehrreiche Beiträge zur Erforschung des geographischen Ursprungs der Vegetation gewähren indessen die Steppen doch dadurch, dass sie zeigen, wie die räumliche Anordnung ihrer Pflanzen weder mit den Normen des Waldgebiets, noch mit denen Südeuropas übereinstimmt. Hier haben sich in den kontinentalen Ebenen die Vegetationscentren fast in derselben Masse gesondert erhalten, wie auf den Gebirgen; die klimatischen oder mechanischen Hindernisse ihrer Vermischung sind zwar

vorhanden, aber nicht so deutlich erkennbar, wie auf den Halbinseln des Mittelmeers.

Die Flora des Steppengebiets ist viel reicher, als man nach den ungünstigen, physischen Bedingungen und nach der Einförmigkeit der Pflanzenformen erwarten sollte. Ich schätze die Zahl der bereits aufgefundenen Pflanzen, die dem Steppengebiet mit Einschluss der Gebirge eigenthümlich angehören, auf 6000 Arten, indem meine Sammlung über 3000 enthält, und nach Massgabe dessen, was aus dem Orient und aus dem Inneren Asiens bekannt geworden ist, leicht ebenso viele entbehren mag. Dazu kommen noch diejenigen Gewächse, welche den Steppen und ihren Gebirgsketten mit den Nachbarfloren gemeinsam sind, wodurch, da sie weit weniger zahlreich auftreten, als die endemischen, der Reichthum vielleicht auf 8000 Arten steigen mag. Diese Summe, auf 300000 Quadratmeilen, etwa den achten Theil der ganzen Erdoberfläche vertheilt, erscheint zwar immer noch geringfügig (eine Art auf $37\frac{1}{2}$ Q. M.), aber doch ungefähr um ein Drittel grösser, als im Waldgebiet, wenn wir dessen Umfang angenähert gleich setzen. Mit der viel mannigfaltigeren Vegetation des Mittelmeergebiets lässt sich jene Ziffer nicht füglich vergleichen, weil eine Flora um so viel reicher erscheint, je kleiner der Raum ist, den sie einnimmt. So sehr nun die Summe der endemischen Erzeugnisse des Steppengebiets durch die entlegenen und in ihrem Charakter so verschiedenartigen Gebirge erhöht wird, so ist doch der Wechsel der Arten auch in den Ebenen, selbst in denen des kaspischen Tieflands, ungleich häufiger und auffallender, als im Waldgebiet. Nachdem die Steppen Südrusslands schon zu Pallas' und Bieberstein's Zeit ziemlich genau erforscht waren, hat jede botanische Reise, auf welcher man über die Kirgisensteppe weiter in die Songarei und nach Turkestan vordrang, eine bedeutende Anzahl neuer Pflanzen geliefert. Man braucht nur einen Blick in die russische Literatur zu werfen und auf die stets wachsende Zahl der Astragaleen, der Synanthereen und einiger anderer Gruppen aufmerksam zu sein, um sich hievon zu überzeugen. Und doch sind diese Ergebnisse von den botanischen Sammlungen im Orient noch weit übertroffen; noch niemals sind im Verlauf weniger Jahre von einem einzelnen Botaniker so viel neue Pflanzen beschrieben worden, als von Boissier aus den Tafelländern Vorderasiens.

Im Waldgebiete war der Wechsel der Flora an die klimatischen Linien geknüpft. Das Klima der Steppen aber ist in den meisten Gegenden so wenig abgestuft, dass die Vegetationscentren durch die Verschiedenheiten, denen es unterworfen ist, selten gehindert werden, ihre Erzeugnisse auszutauschen. Da nun auch dieselbe Beschaffenheit des Bodens in den entferntesten Landschaften wiederkehrt, so ist die dauernde Absonderung der Specialfloren ein nicht so ganz einfach zu lösendes Problem.

Am nächsten liegt anzunehmen, dass die mechanischen Hindernisse der Verbreitung, welche in Südeuropa von der Gestalt des Mittelmeers abhängen, in den Steppen auf den Gebirgsketten, oder, wo diese fehlen, auf den die fruchtbareren Landschaften trennenden Wüsten beruhen möchten. Es bedarf einer näheren Vergleichung, um zu erkennen, in welchem Umfange diese Einflüsse wirksam sind. Arten, welche das ganze Steppengebiet bewohnen, giebt es verhältnissmässig nur wenige: in meiner Sammlung sind noch nicht hundert enthalten ¹²²). Eine etwas grössere Anzahl ist dem kaspischen Tieflande mit den angrenzenden Tafelländern gemeinsam, sie beweist die Unabhängigkeit solcher Pflanzen von dem Niveau des Standorts und ihre Fähigkeit, auch die noch höhern Gebirgsketten des Plateaurandes auf ihrer Wanderung zu überschreiten. Endlich ist ein sehr bedeutender Theil der Steppen- und Gebirgspflanzen über mehrere Abschnitte des Tafellandes ausgebreitet und zeigt also ebenfalls, dass die wechselnden Erhebungen des Bodens ihre Wanderungen nicht beschränkt haben. Dass indessen bei der Sonderung oder Mischung der Centren die Organisation eine Hauptrolle spiele, erkennt man leicht und besonders deutlich an den der Sahara und den Steppen gemeinschaftlichen Pflanzen, von denen ich eine Reihe von etwa hundert Arten nachweisen kann (s. u.). Von den vorherrschenden Familien sind unter diesen die Cruciferen und Gräser am reichsten vertreten, schwächer die Synanthereen und Chenopodeen, die Leguminosen fast gar nicht. Die winzigen Samen der Gramineen und der Cruciferen können leicht durch die Steppenstürme in weite Fernen getragen werden. Auch in den Steppen selbst sind die einzelnen Astragaleen grösstentheils nur auf beschränktem Raume angetroffen, und von den Chenopodeen, die in der Kirgisensteppe und in der Gobi 6—7 Procent von der Summe der Gefässpflanzen ausmachen ¹²³),

kommen so viel weniger Arten auf den südlichen Tafelländern vor, dass sie in dem ganzen Umfange des Gebiets auf die Hälfte jenes Verhältnisses herabsinken. Da es aber auf den Plateaus doch durchaus nicht an Salz führenden Erden fehlt und das Wachsthum der Halophyten daselbst ebenso gesellig ist, wie im Tieflande, so muss die überwiegende Mannigfaltigkeit der kaspischen Chenopodeen als eine ursprüngliche Eigenthümlichkeit dieser Gegenden betrachtet werden.

Der Einfluss der Wüsten auf die Sonderung der Vegetationscentren ist in den kaspischen Steppen und in Persien deutlich zu erkennen. Die fruchtbaren Erdkrumen der Songarei werden von denen Südrusslands durch die ödere Kirgisensteppe getrennt, und diese wiederum ist durch die Wüsten am Aral mehrfach gegliedert. Ebenso scheidet die grosse Salzwüste in Verbindung mit der Kohrudkette das nördliche Persien von dem südlichen. In beiden Fällen aber finden wir die Vegetation zu beiden Seiten weit weniger übereinstimmend, als es der Fall sein würde, wenn die reicheren Landschaften in unmittelbarer Verbindung ständen.

Wir können daher den Gebirgsketten und dem Wechsel der Gras- und Sandsteppen einen bedeutenden Einfluss auf die Sonderung der Vegetationscentren einräumen, wenn derselbe auch hauptsächlich auf bestimmte Organisationen beschränkt ist. Man könnte meinen, dass überhaupt die ursprünglichen Verhältnisse in den Steppen sich weniger geändert haben, als in den Kulturländern, weil die Natur unter den Nomaden ungestörter sich selbst überlassen blieb, als wo der Ackerbau sich ausbreitete: allein auf die Vegetation der sibirischen Wälder haben die Bewohner noch weniger eingewirkt, als auf die Steppen, die sie durch Feuer zu verwüsten pflegen. Und doch ist die Flora dort durch die natürlichen Pflanzenwanderungen viel gleichartiger geworden, als hier, weil es in dem weiten Waldgebiete und im Bereiche der grossen Flusssysteme jenes Tieflandes keine Hindernisse, sondern nur Förderungen der Verbreitung gab. Von grösserer Bedeutung möchte es sein, dass die Steppenpflanzen den grössten Schädlichkeiten, die das organische Leben treffen können, widerstehen müssen. An ihrem Entstehungsorte hiezu am vollständigsten ausgerüstet, werden sie die Erzeugnisse anderer Centren nicht leicht verdrängen können, weil sie bereits da, wo sie

geschaffen wurden, gleichsam an der Grenze der Bedingungen ihres Daseins stehen.

Die Erscheinung, dass so viele Steppen- und Wüstenpflanzen das ebene Tiefland bewohnen, ohne in die Gebirge anzusteigen oder sie zu überschreiten, ist besonders dadurch merkwürdig, dass diese Flächen, geologisch betrachtet, erst in der jüngsten Zeit vom Meere entblösst worden sind. Die Entstehung dieser Vegetation fällt also in die letzte Periode der Erdgeschichte. Geht man dabei von den Vorstellungen Darwin's aus, so ist es schwer einzusehen, aus welchen Organisationen der Vorwelt die Chenopodeen der kaspischen Salzsteppe hervorgegangen sein sollen, da sie mit keiner Pflanzenform der Tertiärzeit in näherer Verbindung stehen, und ebenso wenig begreift man, weshalb sie sich hier zu viel mannigfaltigeren Gebilden dem Sinne jener Hypothese gemäss gespalten hätten, als in Anatolien oder Tibet. Alle solche ursprünglich gegebenen Eigenthümlichkeiten entziehen sich durchaus unserer Einsicht und bleiben unerklärte Probleme.

Da die Anordnung der Vegetationscentren des Steppengebietes aus dem Endemismus der Arten sich noch nicht mit Sicherheit ableiten lässt, so habe ich zunächst die monotypischen Gattungen in's Auge gefasst, aus deren Vorkommen sich die ersten Anhaltspunkte für solche Untersuchungen zu ergeben scheinen. In der Mehrzahl der klimatischen Abschnitte finden wir eigenthümliche Organisationen, aber ohne dass dabei eine Regelmässigkeit in ihrer Vertheilung oder eine Abhängigkeit von der grösseren oder geringeren Mannigfaltigkeit der Lebensbedingungen zu bemerken wäre. Denn gerade im kaspischen Tieflande, wo diese am einförmigsten sind, ist die Zahl der Monotypen am grössten.

Ueberhaupt sind die Monotypen noch zahlreicher, als in Südeuropa. Nach Ausscheidung derjenigen, die den Steppen mit einer der Nachbarfloren gemeinsam angehören, habe ich noch über hundert nach ihren Wohngebieten verglichen. Allein hier tritt der Uebelstand ein, dass eine grosse Anzahl zu den Cruciferen (38) und zu den Umbelliferen (17) gehört, zu Familien, in denen die Systematik der Gattungen nach Grundsätzen bearbeitet worden ist, die keinen Anspruch auf dauernde Geltung machen können, bereits vielfach im Schwanken begriffen und mit denen, die man sonst befolgt, kaum

vergleichbar sind. Ich halte es daher für angemessen, nur eine ausgewählte und von mir selbst verglichene Reihe von Gattungen zu berücksichtigen.

Meine Pflanzensammlung enthält aus dem kaspischen Tieflande 16 Monotypen, die auf diesen klimatischen Abschnitt des Steppengebiets beschränkt sind. Aus ihrer Vertheilung geht hervor, dass die Wohngebiete um so enger werden, je unfruchtbarer der Boden ist, der sie ernährt. Die Stärke der Wüstenpflanzen besteht in der Widerstandsfähigkeit gegen äussere Schädlichkeiten: ihre Vegetation ist träger, als die der Steppe, die sie fliehen, und deren energischer wachsende Pflanzen ihnen den öden Boden, wo sie entstanden, frei lassen, während diese selbst eben wegen ihrer höheren Lebenskraft sich von ihren Centren in anderen Richtungen weiter ausgebreitet haben. In der Wüste Kisilkum am Aral sind zwei Monotypen, ebenso viele in der öden Lehmsteppe von Buchara entdeckt worden, und noch zwei andere umfassen gleichfalls die Umgebungen jenes Binnenmeers. Die Gattungen, welche Südrussland erreichen (5), finden sich sämtlich auch in der Kirgisensteppe oder jenseits derselben in der Songarei, und unter diesen beginnen drei erst jenseits der Wolga, wo die Grassteppen selten werden. Nur durch einen Monotyp ist die östliche oder songarische Steppe bezeichnet, die übrigen (4) verbreiten sich von dieser bis zur Ostküste des kaspischen Meers. Die verglichenen Gattungen sind folgende: die Leguminosen *Ammodendron*: Aralfluss bis Songarei; *Ammothamnus*: Kisilkum; *Eremosparton*: Wolga bis Balchasch; die Rosacee *Hulthemia*: Kirgisensteppe—Songarei; die Zygophyllee *Miltianthus*: Buchara; die Cruciferen *Cithareloma*: Kisilkum, eine zweite Art zwischen dem Aral und Buchara; *Streptoloma*: Buchara; *Lachnoloma*: Kisilkum; *Stroganowia*: Songarei (auch am Tabargatai daselbst); die Umbellifere *Muretia*: Podolien—Kirgisensteppe; die Boraginee *Rindera*: Don—Songarei; die Synanthereen *Karelinia*: Wolga—Songarei; *Ancathia*: Kirgisensteppe bis Songarei; die Chenopodeen *Girgensohnia*: Wolga—Kirgisensteppe; *Londesia*: Kaspische Ostküste—Aral; die Liliacee *Rhinopetalum*: Kirgisensteppe—Songarei. Hieran reihen sich 5 monotypische Gattungen, die vom kaspischen Tieflande ausgehend dessen Grenzen überschreiten, jedoch ohne die südlich gelegenen Hochebenen zu erreichen: die Leguminose *Halimodendron*: Kirgisensteppe u. Buchara

bis Songarei, Transkaukasien; die Scrophularineen *Dodartia*: Don bis Songarei, Transkaukasien; *Cymbaria*: Dajepr, eine zweite Art vom Jenisei bis Daurien; die Boraginee *Suchtelenia*: Kirgisensteppe, Transkaukasien; die Chenopodee *Ceratocarpus*: Donau bis Gobi.

Vom Kaukasus kenne ich keine eigenthümliche Gattung: doch besitzt der Thaleinschnitt des Kur zwei Monotypen, eine Umbellifere (*Cymbocarpum*) und eine Synantheree (*Cladochaeta*), die auch in die angrenzenden Gebirge ansteigen oder vielleicht von dieser erst in die Ebene gelangt sind.

Die persische Abdachung zum kaspischen Meere ist durch eine Hamamelidee ausgezeichnet (*Parrotia persica*: eine zweite Art bewohnt den Himalaja von Kaschmir). Die Wälder¹²⁴), welche vom Elborus sich bis Talüsch erstrecken, sind ausser durch diesen Monotyp noch durch zwei endemische Baumformen (*Gleditschia caspica* und *Pterocarya caucasica*) als selbständige Vegetationscentren bezeichnet.

Zu den anatólischen und syrischen Monotypen, die schon im Abschnitt über das Mittelmeergebiet erwähnt wurden, ist noch eine Crucifere (*Texiera*) hinzuzufügen, welche nur im Inneren von Syrien gefunden wurde.

Im armenischen Hochlande und zwar in Kurdistan entdeckte Kotschy eine monotypische Synantheree (*Sprunera*). Mesopotamien hat keine Gattung geliefert, die nicht auch in den Nachbarländern vorkäme.

Alle diese orientalischen Landschaften werden an Eigenthümlichkeit von Persien weit übertroffen. Die Ursache liegt auch hier nicht in günstigeren, physischen Bedingungen, worin dieses Land Anatolien und den kaukasischen Thälern so weit nachsteht, sondern offenbar darin, dass die Hochebene durch ihre Randgebirge so vollständig abgeschlossen wird. Indessen ist hiedurch noch nicht erklärt, dass von den 11 Monotypen, die ich aus Persien verglichen habe, drei auf die alpine Region der Gebirge beschränkt sind, während doch eine ähnliche Selbständigkeit alpiner Centren in anderen Theilen des Steppengebiets nicht bemerkt wird. Freilich sind fast sämtliche persische Monotypen Cruciferen [9¹²⁵]: nur eine Gat-

tung gehört zu den Labiaten (*Tapeinanthus*) und eine andere zu den Synanthereen (*Grantia*). Diese letztere, eine Inulee, kann, da sie jener kurdistanischen (*Sprunera*) nahe verwandt ist, als ein bemerkenswerthes Beispiel von der Analogie der Bildungen auf geographisch nahe gerückten Centren gelten.

Aus Afghanistan kenne ich drei Monotypen: eine Crucifere (*Pyramidium*), eine Labiate (*Perovskya*: eine zweite Art wächst in Turkestan) und unter den immergrünen Sträuchern eine Myrsinee (*Reptonia*), welche letztere, an der Abdachung zum Indus auftretend, den Uebergang zur tropischen Flora Asiens andeutet.

Die tibetanische Flora enthält eine endemische Synanthereengattung (*Allardia*), die aus mehreren Arten besteht. Von eigentlichen Monotypen ist eine Caryophyllee (*Thylacospermum*) bis zum Thianschan, und zwei Gramineen (*Ptilagrostis* u. *Leucopoa*) sind bis zur Gobi verbreitet. Das erstere dieser Gräser bewohnt auch die alpine Region des indischen Himalaja von Sikkim. Der Gobi-Steppe selbst ist ein Halophyt aus der Familie der Zygophylleen eigenthümlich (*Sarcozygium*).

Von den Gebirgen des Steppengebiets hat ausser den persischen nur der songarische Alatau drei Monotypen aus der Familie der Synanthereen geliefert (*Waldheimia*, *Richteria* u. *Cancrinia*), von denen die beiden letzteren zu der in der alten Welt fremdartigen Gruppe der Helenieen gehören. Solche systematische Analogieen, wie hier zwischen den nordamerikanischen und centralasiatischen Synanthereen, kommen zuweilen an entlegenen Punkten der Erde vor, ohne dass daraus auf einen genetischen Zusammenhang zu schliessen wäre.

Zahlreicher, als alle diese so sporadisch vertheilten Gattungen, ist die Reihe derjenigen Monotypen (22), welche über mehrere klimatische Abschnitte des Steppengebiets sich ausgebreitet haben. Unter diesen bewohnen nicht wenige zugleich das Tiefland und die Hochebenen, wobei aber der Umfang der vertikalen mit den horizontalen Wanderungen in keinem Zusammenhange steht. Die Fähigkeit, nach aufwärts zu steigen, richtet sich nach der Unabhängigkeit von den klimatischen Einflüssen des Niveaus allein, die Wanderungen in weite Fernen sind zugleich von der intensiven Kraft der Vegeta-

tion und der Fortpflanzungsorgane abhängig. Wir finden daher manche Organisationen nur auf einem engen Raum, aber auf Standorten von sehr ungleicher Höhe, das Wohngebiet anderer umfasst den ganzen Umfang der Steppen oder einen grossen Theil derselben. Die verglichenen monotypischen Gattungen sind folgende: die Cruciferen *Schivereckia*: Podolien—Kirgisensteppes, Anatolien—Persien; *Leptaleum*: Wolga und Transkaukasien—Beludschistan; *Diptychocarpus*: Kaspische Steppe—Afghanistan; *Tauscheria*: Kaspische Steppe—Tibet (*Goldbachia* ebenso, aber bis Indien); *Hymenophysa*: Songarei, Persien; *Octoceras*: Turkestan, Persien—Beludschistan; *Coluteocarpus*: Anatolien—Armenien und Syrien; *Parlatoria*: Mesopotamien, eine zweite Art in Persien; die Crassulacee *Tetradichis* (bisher als Rutacee aufgefasst): Südrussland—Beludschistan (auch Tunis); die Boraginee *Caccinia*: Syrien—Persien; die Synanthereen *Acroptilon*: Don—Songarei, Anatolien—Afghanistan; *Chardinia*: Anatolien—Persien, *Gundelia*: Armenien und Syrien—Persien; *Siebera*: Syrien—Persien; *Pentanema*: Mesopotamien, eine zweite Art in Persien; *Strabomia*: Persien—Afghanistan; *Varthemia*: Persien—Afghanistan; die Thymelaeae *Diarthron*: Kaspische Steppe bis Songarei, Anatolien—Persien, eine zweite Art in der Gobi; die Chenopodeen *Anthochlamys*: Transkaukasien—Persien, *Panderia*: Songarei, Armenien—Talüsch; die Gramineae *Heterantheium*: Syrien bis Persien.

Aus der Vertheilung der Pflanzenfamilien werden sich, wenn erst die endemischen von den weiter verbreiteten Arten genauer zu unterscheiden sind, künftig noch bestimmter, als aus den Monotypen, die systematischen Eigenthümlichkeiten der Vegetationscentren herausstellen. Was in dieser Beziehung einigermaßen sicher erschien, habe ich in den Noten zusammengestellt ¹²⁶). Das Gesamtergebniss ist dadurch merkwürdig, dass die Reihe der im ganzen Steppengebiete vorherrschenden Familien der in der spanischen Flora, wo das Klima des Tafellandes ähnlich ist, am nächsten kommt. Aber in den Specialfloraen sind die Abweichungen sehr erheblich. Die Zunahme der Chenopodeen in den nördlichen Gegenden, der Labiaten, Caryophylleen und Umbelliferen in den Hochländern des Orients geht aus diesen Untersuchungen am deutlichsten hervor.

Die Verknüpfung der Steppenflora mit den Vegetationscentren der Nachbarländer steht in Verhältniss zu den klimatischen Analogien, aber die Vermischung ist eine weit beschränktere, als zwischen Nord- und Südeuropa, wo sie doch durch die trennenden Gebirgsketten in viel höherem Grade erschwert erscheint. Allein noch stärkere Schranken stehen im ersten Falle diesen Verbindungen entgegen. An der nördlichen Grenze der Steppen, wo sie sich mit den Wäldern fast überall auf einer ebenen Grundfläche berühren, ist der klimatische Gegensatz zu gross und die Einwanderung daher auf die Flusslinien und Gebirgsketten beschränkt, wo derselbe aufhört wirksam zu sein. Flussverbindungen zwischen beiden Floren aber finden sich fast nur in Südrussland, und, was die Gebirge betrifft, so sind sie durch weite Räume oder durch das Meer geschieden, sofern man vom Altai und Ural absieht, die orographisch mit den übrigen nicht unmittelbar verbunden sind, und deren bewaldete und alpine Regionen nicht mehr zum Steppengebiete gehören. So ist es erklärlich, dass unter ähnlichen klimatischen Bedingungen die Gebirge zwar niemals einer Reihe von nordeuropäisch-sibirischen Gewächsen entbehren, aber doch um so ärmer daran sind und sie um so mehr durch eigene Erzeugnisse ersetzen, je grösser der geographische Abstand ist. Der Kaukasus und der Taurus sind daher diejenigen Gebirge, wo die Vermischung mit europäischen Pflanzen den verhältnissmässig grössten Umfang erreicht, der Alatau steht dem Altai gegenüber in derselben Beziehung zu Sibirien. Die Bäume des Kaukasus beweisen deutlich, dass dieses Gebirge gleichsam wie eine Brücke die Waldregionen Europas und Asiens verbindet, und unter ihnen ist keine streng endemische Art bekannt geworden. Der orographische Zusammenhang mit den Gebirgsketten Anatoliens, die den Verzweigungen des Balkan am Bosphorus genähert sind, macht den europäischen Charakter dieser Wälder erklärlich. Leicht ist auch der Uebergang zum persischen Elborus, aber von da ist die Lücke bis zu den Waldregionen des Hindukusch und Himalaja gross, und so ist auch die Anzahl übereinstimmender Baumarten erheblich gemindert. Die Laubwälder des Kaukasus sind grösstentheils aus den nordeuropäischen Buchen (*Fagus* u. *Carpinus*), Eichen, Birken, Linden, Ulmen, Erlen, Ahorn (*Acer platanoides*) und Pappeln gebildet; von Nadelhölzern finden sich die Kiefer, die Edeltanne und der

Taxus. Aus dem Mediterrangebiete sind die Kastanie, die behaarte Eiche (*Q. pubescens*) und ein Ahorn (*A. Lobelii*) vertreten; die breitblättrige Erle (*Alnus cordifolia*) soll dieselbe Art sein, wie die italienische; Steven fand am westlichen Kaukasus auch die Laricio-Kiefer, und Ruprecht¹⁰⁶) erwähnt in Gurien die Pinie. Hieran reihen sich die orientalischen Bäume, die Platane, eine Linde (*T. rubra*) und eine immergrüne Eiche (*Q. castaneifolia*), die das südöstliche Europa erreichen, und von diesen geht die Platane bis Indien. Die Verbindung mit dem Himalaja ist ausserdem vorzüglich durch den am Kaukasus noch als einheimisch zu betrachtenden Wallnussbaum (*Juglans regia*) ausgedrückt, sowie durch den mehrfach erwähnten Wachholder. Das Wohngebiet der übrigen kaukasischen Waldbäume umfasst nur noch den persischen Elborus oder den Taurus: nach ihrer Verbreitung zu schliessen, ist der Kaukasus selbst wahrscheinlich die Heimath der den Ulmen verwandten Planera (*P. Richardi*), die auch in Taltüsch beobachtet wurde. Eine zweite einheimische Juglandee (*Pterocarya caucasica*) scheint vom persischen Elborus zu stammen, der Ausgangspunkt der oben berührten Wanderungen der orientalischen Tanne (*P. orientalis*) bleibt ungewiss. Auch die alpine Flora des Kaukasus zeigt ähnliche Beziehungen theils zu den Alpen, theils zu den asiatischen Gebirgen bis zum Altai und Himalaja. Ich habe mich nicht bemüht, das Verhältniss der Arten von weiter Ausbreitung zu den endemischen zu ermitteln, auch scheint die Kenntniss der alpinen Region noch ziemlich lückenhaft zu sein: indessen darf man annehmen, dass der Kaukasus mit eigenen Centren ziemlich reichhaltig ausgestattet sei, wenn auch nicht in gleichem Grade, wie der Taurus und die Alpen.

Die Verbindungen des Tieflands mit den Pussten Ungarns wurden schon früher erörtert, ähnlich verhalten sich überhaupt die östlichen Zonen des Waldgebiets. Nach Westen werden die Pflanzen, welche das Steppenklima ertragen, allmählig immer seltener. Schon jenseits Ungarns sinkt die Zahl bedeutend, das Becken von Wien ist für einige Steppenpflanzen eine deutliche klimatische Westgrenze¹²⁷).

Mit der Mediterranflora ist das Steppengebiet in der Weise verknüpft, dass an der westlichen Abdachung Anatoliens und in Syrien

keine scharfen Grenzen bestehen, sondern ein allmäliger Uebergang anzunehmen ist. Aus ihrer Verbreitung kann man indessen bei den diesen beiden Floren gemeinsamen Pflanzen in vielen Fällen auf die Richtung ihrer Wanderungen schliessen. Entweder bewohnen sie, über die ganze Mediterranflora verbreitet, grossentheils nur solche Gegenden des Steppengebiets, die gegen die Winterkälte mehr geschützt sind (50), oder sie gehen umgekehrt von den Steppen aus und sind in diesem Falle auf die östlichen Halbinseln des Mittelmeers beschränkt, wo die Vegetationszeit sich verkürzt (64). Von dieser letzteren Reihe sind endlich noch diejenigen Arten abzusondern, die, nur Anatolien oder Syrien und der griechischen Halbinsel gemeinsam, die östliche oder westliche Richtung ihrer Einwanderung aus der Gestalt ihres Wohngebiets nicht erkennen lassen (50). Die beigefügten Ziffern beziehen sich auf Verzeichnisse dieser Pflanzen, deren Verbreitung im angegebenen Sinne sich aus Dokumenten meiner Sammlung nachweisen liess: von diesen habe ich einige charakteristische Beispiele in den Noten mitgetheilt ¹²⁸). Das eigenthümliche Verhältniss Spaniens zu der Steppenflora wurde schon im Abschnitt über das Mittelmeergebiet besprochen.

Die Verbindung der asiatischen Steppenflora mit der Sahara ¹²⁹) ist in den meisten Fällen auf die Grenzländer von Syrien, Mesopotamien, Persien und Beludschistan eingeschränkt, wo der klimatische Uebergang ebenso allmälilig eintritt, wie der zur Mediterranflora an den östlichen Küsten des Mittelmeers. Eine unmittelbare und ausgedehnte Berührung beider Floren findet indessen fast nur in Arabien statt, durch die geographische Absonderung werden die Wanderungen erschwert. Dennoch würde die Vermischung der Arten unter so ähnlichen Lebensbedingungen gewiss einen noch höheren Grad erreichen, wenn nicht die Sahara überhaupt so arm an Pflanzen wäre und jene mässige Anzahl von gemeinsamen Erzeugnissen doch schon einen beträchtlichen Theil ihrer Vegetation ausmachte (etwa 10 Procent).

Da die Flora der Sahara über Arabien hinaus bis in die wüsten Landschaften der Niederung am Indus sich ausdehnt, so berührt sie sich hier noch einmal mit den Steppen. Hiedurch wird die Vermischung der afghanischen Flora mit den tropischen Formen Indiens gehemmt, in höherem Masse, als am Südabhang des Hima-

laja, an dessen Fuss eine solche in beschränkter Weise stattgefunden hat¹³⁰⁾.

Wie endlich die Steppenflora sich an ihrer östlichen Abdachung zu China verhält, ist noch ganz unbekannt. Die Forschungen zu Peking sind die einzigen, die man darüber besitzt, und diese geben wenig Aufschluss, weil daselbst die Charakterzüge der chinesischen Flora noch wenig entwickelt sind.

V.

Chinesisch-japanisches Gebiet.

Klima. Das chinesische Tiefland hat mit Einschluss des japanischen Archipels vor Europa einen grossen Vorzug, eine regelmässigeren Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge. Dies ist die Folge der hier zu der höchsten Breite (in China bis 40° , in Japan bis 45° N. B.) reichenden Monsune, von denen die Bewölkung des Himmels bedingt ist. So weit die hohen Bodenanschwellungen und Tafelländer sich ausdehnen, finden wir sie nicht, weil ungeachtet des auf ihren Höhen verminderten Luftdrucks die Erwärmung der Atmosphäre zu gering ist, um aufsteigend aspirirende Strömungen zu erzeugen. Der Südwestwind der Sommermonate ist an das tiefe Niveau geknüpft, welches China mit der malayischen Halbinsel verbindet. Der Aspirationsgürtel liegt da, wo bei gleichem Niveau der atmosphärische Druck am geringsten ist. Die Ursache dieser Auflockerung der Luft ist indessen nicht leicht einzusehen, da in der Richtung, aus welcher der Monsun weht, die Sommerwärme grösser wird, als in China¹⁾. Als eine Folge der Solstitialbewegung kann doch nur die höhere Wärme der Atmosphäre wirken, welche aufsteigende Luftströmungen veranlasst. Im Tieflande Chinas sollte man während des Sommers eine stärkere Erhitzung der Atmosphäre annehmen, als auf der vom indischen Meere umspülten malayischen Halbinsel. Aber die meteorologischen Messungen an der Erdoberfläche widersprechen dieser Folgerung. Es scheint, dass die grössere Masse der durch die Sonne bewegten Luft über dem Kontinent von bedeutenderem Einflusse auf die Richtungen der Aspiration ist, als die Höhe ihrer Temperatur. Die Insolation ist noch in Peking (40° N. B.)

kräftig genug, um einen aufsteigenden Luftstrom zu erzeugen, der den atmosphärischen Druck vermindert und den Südwestmonsun so weit über den Wendekreis hinaustreibt. Die aspirirenden Wirkungen verstärken sich mit dem wachsenden Umfange des Festlands. Denn dieser Linie niedrigsten Luftdrucks entspricht, wenn die Sonne sich dem nördlichen Wendekreis nähert, im Verhältniss zum indischen Meere die grösste Axe des asiatischen Kontinents, die von Beludschistan zum nördlichen Japan denselben durchschneidet. In dieser Richtung sind die Luftmassen, welche der feste Erdboden erwärmt und in Bewegung setzt, am grössten, vom Einflusse des Meers am unabhängigsten. Das hohe Niveau Centralasiens drängt diesen Aspirationsgürtel nach Süden, aber im östlichen Tieflande bildet er sich aus.

Wenn nun im Frühlinge der nordöstliche Monsun, der den Herbst und Winter hindurch vom Oktober bis zum April herrschte, in den Südwest übergeht, der in den beiden anderen Jahreszeiten mehr oder weniger regelmässig anhält, treten in China und Japan die stärksten Niederschläge ein, welche im Mai und Juni dem jungen Reis, dem Hauptgetraide des östlichen Asiens, zu Gute kommen. Bis zu diesem Zeitpunkte war der Erdboden durch die nächtliche Ausstrahlung abgekühlt, nun werden die Tage lang, die Wirkungen der Sonne überwiegend. Die erhitzte Atmosphäre aspirirt jetzt die weniger erwärmte Luft des indischen und chinesischen Meers und verdichtet ihren Wasserdampf, bis allmählig sich das Gleichgewicht zwischen Heiterkeit und Umwölkung des Himmels herstellt und im Nachsommer eine grössere Trockenheit eintritt.

Diese regelmässigen Einwirkungen der Niederschläge auf diejenigen Phasen der Vegetation, wo die grünen Organe, im stärksten Wachstum begriffen, der meisten Feuchtigkeit bedürfen, und die hohen Temperaturen der heiteren werdenden Sommermonate, in denen die Früchte sich ausbilden, werden längs der asiatischen Ostküste vom Wendekreis bei Canton an bis zum nördlichen China und ebenso in Japan beobachtet²⁾. Aber auch im Inneren des von Mittelgebirgen und Hügeln durchzogenen, weiten Tieflandes sind dieselben Verhältnisse nachgewiesen³⁾, so viel Wasserdampf auch hier dem Südwestmonsun in den vorliegenden Landschaften Hinterindiens verloren gehen muss. An dem oberen Yangtsekiang, in der Provinz Szetschuan

(28—30° N. B.) folgt dem heissen Frühling und dessen häufigen Gewittern eine längere Regenperiode.

Während in Europa diesseits der Alpen, je nachdem der Wechsel der Polar- und Aequatorialströmungen der vegetativen Entwicklung günstiger ist oder nicht, Jahre der Fruchtbarkeit oder des Misswachses vorkommen und die Bewohner zufrieden sind, wenn sie eine Mittelerte erzielen, kann in China die Bestellung des Ackers so eingerichtet werden, dass der höchste Bodenertrag unfehlbar eintritt. Das Wetter lässt sich sicher voraussehen und beschränkt nicht die Reife der Körner, wenn die richtigen Früchte nach der Jahreszeit ausgewählt wurden. Nur an seltenen Katastrophen, wie Wasserfluthen, können die Ernten zu Grunde gehen, oder wenn einmal, wie es ausnahmsweise sich ereignen kann, die Niederschläge ausbleiben, und dann ist in dem dichtbevölkerten Lande eine Hungersnoth die unausbleibliche Folge. Der gewöhnliche Verlauf der Jahreszeiten ist ebenso regelmässig geordnet, wie unter den Tropen. Die alterthümliche Sitte, dass der Herrscher des Landes an einem bestimmten Tage selbst den Pflug ergreift und den Acker bestellt, erinnert daran, dass man frühzeitig erkannte, wie alle Wohlfahrt des Volks auf die Sorgfalt des Landbaus zurückzuführen ist. Wenn man allgemein angenommen hat, dass die Blüthe der chinesischen Agrikultur und die davon abhängige Dichtigkeit der Bevölkerung in den ausweiteten Stromthälern neben der Fruchtbarkeit des Bodens nur die Folgen sorgsamer, gartenähnlicher Bestellung und sparsamer Benutzung stickstoffreichen Düngers seien, so treten diese Segnungen betriebsamer und einsichtsvoller Arbeit doch weit gegen die Vortheile des Klimas zurück, welche das östliche Asien vor Europa voraus hat.

Da der Ackerbau nicht, wie bei uns, durch die Verbindung mit der Viehzucht im Gleichgewichte der Fruchtbarkeit erhalten wird, konnte der Anbau der Nahrungspflanzen sich erweitern. Die fruchtbaren Erdkrumen sind in China dem Menschen durchaus dienstbar gemacht, kein Raum ist den grösseren Hausthieren übrig geblieben. Keine Wiese, kein Futtergewächs ist hier zu erblicken, nur Felder und Terrassenkulturen neben humuslosen Felsöden, die ursprüngliche Vegetation ward auf die Höhen zurückgedrängt. Weniger, als in Europa, ist geleistet worden, da, wo die Natur den angemessenen

Boden versagte, die Scholle zu verbessern und auch dem spröderen Erdreich die Früchte abzugewinnen. Dass, um den durch die Vernachlässigung der Viehzucht verlorenen Dünger zu ersetzen, die Abfälle und Fäulnisprodukte aus den Städten sorgfältiger gesammelt und in geeigneter Weise verwendet werden, ist zwar eine nachahmenswerthe Förderung der organischen Ernährung, und Aehnliches leisten die zum Unterpflügen bestimmten Grünpflanzen, die als Sammler der Stickstoffverbindungen zu betrachten sind, aber in anderen Richtungen, nicht bloss in wissenschaftlicher Erkenntniss der Kulturbedingungen, sondern auch im praktischen Betriebe ist die Intelligenz des europäischen Landwirths den Chinesen überlegen und erreicht doch in einem weniger gesicherten Klima nur ausnahmsweise gleich grosse und zugleich dauernde Erfolge. Durch die Bestellung des Ackers mit flüssigen Düngstoffen wird in China besser für das Wachstum der organischen Gewebe, als für ihre mineralische Ernährung gesorgt. Von allgemeinerer Bedeutung ist daher der reiche Ersatz dieser letzteren Klasse von Nahrungstoffen durch das fließende Wasser, durch die Ströme, die mit ihren Nebenflüssen, wie ein dicht verzweigter Baum, das ganze Tiefland erfüllen, und von denen der Hoangho und der Yangtsekiang, nach der Länge ihres Laufs gemessen, nächst dem Nil die grössten der alten Welt sind. Vom Künlün in Centralasien ausgehend, führen sie aus unzähligen Gebirgsquellen die befruchtenden Stoffe unerschöpflich den Niederungen zu. Die Anschwellungen des oberen Yangtsekiang betragen zur Zeit der Regenperiode im Frühling wenigstens 20 und oft mehr als 30 Fuss³⁾. Vermöge dieses wechselnden Wasserstandes werden die Schlammtheile, wie in Aegypten, über die weite Thalfläche ausgebreitet und die Irrigationen, durch eine grossartige Kanalisation erweitert, sind in China die Hilfsmittel der Ernährung, nicht, wie dort, die Bedingungen des Wachstums.

Dass aber die Schwellungen des fließenden Wassers nicht von Regengüssen ferner Quellgebiete, sondern von den Niederschlägen im Tieflande selbst herrühren, führt uns zu einem zweiten Moment in der Würdigung des Monsunklimas, welches in Japan, wo die grossen Stromniederungen fehlen, in Beziehung auf vortheilhafte Bewässerung nicht minder wirksam ist. Dieses besteht in der tropischen Intensität der Niederschläge, die eine Wassermasse entladen,

wie in Europa kaum an einzelnen, dem Meere frei zugewendeten Bergabhängen beobachtet wird. Man kann im Allgemeinen annehmen, dass in China und Japan durchschnittlich wenigstens die dreifache Menge jährlichen Regens fällt, wie in Westeuropa⁴⁾. Wo aber auch, wie an der norwegischen Küste bei Bergen, in den westlichen Grafschaften Nordenglands, in Portugal und im Friaul die Regennmessungen die des östlichen Asiens erreichen, fehlt doch die Periodicität der Niederschläge, welche⁵⁾ hier das Anschwellen der Flüsse und die in Folge dessen eintretenden Schlammablagerungen in den überstauten Thalgründen veranlasst. Es hat nichts Auffallendes, dass in Canton und auf Hongkong die Regenmenge ebenso gross oder selbst grösser ist, als in Calcutta⁴⁾, da diese Orte ebenfalls in der Nähe des Wendekreises liegen, allein in Jeddo, in der Breite von Malta, sind die Niederschläge ebenso stark. Dass sie aber auch nicht bloss die Küstenlandschaften treffen, sondern dass die Frühlingsregen im Inneren Chinas gleichfalls eine viel grössere Wassermasse liefern, als in Europa und Nordamerika, können wir eben aus dem wechselnden Wasserstande des Yangtsekiang entnehmen, der, in dürren Gebirgen entspringend, erst im Tieflande die Zufüsse aus der Atmosphäre empfängt, durch welche er so hoch anschwillt, wie kein anderer Strom der nördlichen gemässigten Zone ausser dem ihm benachbarten Brahmaputra. So allgemeine Wirkungen kann nur ein Monsun unter diesen Breitengraden hervorbringen. Erst in Peking, am Fusse der Gobi, sinkt die Regenmenge auf das Mass der europäischen Klimate (23''). So hoch nun die befruchtenden Einflüsse der starken Niederschläge Chinas auf den Reisbau und andere Kulturgewächse anzuschlagen sind, wodurch theils ihrem Wasserbedarf entsprochen, theils mittelbar die Zuführung mineralischer Nährstoffe gesichert wird, so stehen sie doch zugleich mit dem Charakter der einheimischen Flora in einer noch engeren Beziehung. Die ausgezeichnetste Eigenthümlichkeit derselben besteht in der Mischung europäischer mit gewissen tropischen Pflanzenformen. Für die europäische Flora ist eine jährliche Regenmenge, die über 20 Zoll hinausgeht, ein Ueberfluss, der von keinen Aenderungen in der Vegetation begleitet ist. Anders aber verhält es sich mit solchen tropischen Gewächsen, deren Wasserbedürfniss grösser ist, und von denen diejenigen, die, wie die Bambusen des Himalaja, nur des

tropischen Regens, nicht aber tropischer Wärme bedürftig sind, unter diesen Bedingungen bis zu höheren Breiten gedeihen können. In jenen isolirten Gegenden Europas, wo die Niederschläge ebenso stark sind, würden die Bambusen doch schwerlich fortkommen, weil nicht bloss ihr Wasserbedarf so gross ist, sondern weil der intensive Zufluss auch mit der Periode ihres Wachstums zusammentreffen muss, aber im östlichen Asien werden beide Bedingungen ihrer Vegetation erfüllt. Hier finden wir diese Gramineenform auf den den Kontinent begleitenden Archipelen in Japan allgemein und eine Andeutung derselben noch auf den kurilischen Inseln (bis 46° N. B.). Auf diesem Verhältniss beruht es auch, dass die chinesische Flora in näherer Beziehung zum Himalaja, als zum indischen Tieflande steht, und hierin werden wir auch die Erklärung der sonderbaren Erscheinung erblicken, dass die chinesische Theekultur in dem feuchtwarmen Klima Assams gelungen ist.

Freilich wird auch durch den kontinentalen Zusammenhang Chinas mit der malayischen Halbinsel die Einwanderung tropischer Pflanzen befördert. Denn das tropische Klima geht in das der gemässigten Zone nirgends so unmittelbar und allmählig über, wie hier, wo die Schranken nicht bestehen, die im westlichen Asien durch die Steppen, am Mittelmeer durch die Sahara, in Nordamerika durch die Prairien gegeben sind. Das südliche China besitzt daher eine Uebergangsflora, in nördlicher Richtung mindern sich nach und nach die tropischen Bestandtheile, eine einheimische Palme (*Chamaerops excelsa*) bewohnt noch die Insel Nipon, aber keine andere indische Pflanzenform reicht so weit, wie die Bambusen, die auch im Himalaja bis zur Baumgrenze ansteigen. Indessen sind die physiognomischen Hauptzüge der chinesischen Flora schon auf der nackten, felsigen und doch pflanzenreichen Insel Hongkong (22° N. B.) deutlich zu erkennen, wiewohl die Flora daselbst noch vorherrschend indisch und von der japanischen durchaus verschieden ist. Benthams⁷⁾ bemerkt, dass viele indische Pflanzen in Hongkong ihre Nordgrenze erreichen, dass die feuchteren Waldschluchten mit dem östlichen Himalaja Vieles gemein haben, aber wahrscheinlich auf dem Kontinent zu diesem ein allmählicher Uebergang bestehe. Nordwärts sei indessen längs der Küste die Absonderung eine entschiedene, die tropischen Bestandtheile wären schon in Amoy (24° N. B.) fast völlig

verschwunden, nur 80 japanische Gewächse in Hongkong aufgefunden (etwa $\frac{1}{13}$ der Gesamtpflanzwelt). Selbst von solchen Himalajapflanzen, die sich über China bis Japan verbreiten, kämen auf Hongkong nur wenige Arten vor. Allein die schroffe Absonderung dieser Insel ist wohl nicht allein aus klimatischen Ursachen, sondern auch aus den Hindernissen abzuleiten, welche das Meer ihren Wanderungen entgegensetzt. Denn die Wintertemperatur, die hier allein in Betracht kommen könnte, ändert sich vom Wendekreis aus langsam⁸⁾ und sinkt erst im nördlichen China so beträchtlich, dass das Klima vor Peking ein kontinentaleres Gepräge annimmt.

Dies ist nun das dritte klimatische Moment, welches die chinesische Flora beeinflusst und sie mit der des nördlichen Asiens und Europas in Verbindung setzt. Das aus kühlen Sommern und harten Wintern gemischte Klima der sibirischen Ostküste ist in China nicht mehr nachzuweisen. Ueberall, selbst in Japan noch zu Jeddo, steht die Sommerwärme hoch, ohne dass die Wintertemperatur in nördlicher Richtung beträchtlich, wie im inneren Asien, abnimmt. Der Einfluss des Meers auf den Winter ist überwiegend, wogegen die auf die Regenperiode des Monsuns folgende Heiterkeit des Sommers eine starke Insolation veranlasst. In Japan trägt auch der warme, japanische Meeresstrom dazu bei, die Winterkälte zu mässigen, der bis Jeddo die Ostküste des Archipels begleitet. Das excessivere Klima Pekings erklärt sich aus der Wirkung der Monsune insofern, als die Wintermonate, während die nördlichen Winde herrschen, heiter sind und im Sommer die entgegengesetzte Luftströmung warme Luft aus dem Süden herbeiführt. Die Verschiedenheiten der Temperaturkurve äussern auf das Verhältniss zwischen den tropischen und europäischen Pflanzenformen ihren Einfluss, ohne dass der Charakter der Flora sich in dem Masse ändert, wie dies in der Mandchurei der Fall ist, wo mit der abnehmenden Sommerwärme und der längeren Dauer des Winters die Flora des Amur und die nordische des Küstenklimas sich bereits zu berühren anfangen. Noch bei Peking finden sich immergrüne Eichen (*Quercus chinensis*), wie bei Jeddo: übrigens hat hier, am Fusse der Gobi, wo der Monsun keine periodische Regen mehr erzeugt, die Flora durch den Ausschluss tropischer und die Aufnahme mandchurischer und Steppenpflanzen ihre Charakterzüge doch schon fast vollständig eingebüsst.

Vegetationsformen. Da, mit den übrigen Gebieten der alten Welt verglichen, die Flora Chinas und Japans aus europäisch-sibirischen und indischen Vegetationsformen gemischt erscheint, und da die ersteren nach ihren klimatischen Bedingungen bereits erörtert wurden, die letzteren aber passender in dem tropischen Monsungebiete Asiens darzustellen sind, so bleibt uns hier nur die Aufgabe, bei den vorherrschenden oder in anderer Beziehung charakteristischen Gewächsen zu verweilen und auf dieser Grundlage ein physiognomisches Bild der Vegetation zu entwerfen. Allein das Innere Chinas, Korea und Formosa sind botanisch noch fast ganz unerforscht geblieben, die Nordgrenzen einzelner tropischer Formen lassen sich noch nicht angeben, und somit kann eine solche Uebersicht auch in diesem beschränkten Sinne keineswegs als abgeschlossen betrachtet werden. Sie würde noch lückenhafter erscheinen, wenn nicht die Uebergangslandschaften zu den Nachbarfloren im Norden und Süden, auf den Inseln Sachalin⁶⁾ und Hongkong⁷⁾ bereits eine umfassendere Bearbeitung gefunden hätten, und wenn China bis zur Grenze der Steppen nicht so gleichartig gebaut wäre. Hier ist durch den ausgedehnten Anbau des Bodens die ursprüngliche Vegetation zurückgedrängt worden, und, wenn auch an Einzelheiten in den unerforschten Gegenden uns vielleicht das Meiste noch entgeht, so wird doch in den physiognomischen Hauptzügen wenig Neues zu erwarten sein.

Unter den allgemeinen Erscheinungen, wodurch die Flora des östlichen Asiens von der europäischen abweicht, ist eine der merkwürdigsten die im Verhältniss zu anderen Pflanzenformen ungemein vermehrte Anzahl verschiedenartiger Holzgewächse, nicht so sehr der Sträucher und holziger Schlingpflanzen, als der Bäume selbst. In dieser Beziehung nähern sich China und Japan den Tropenländern, deren Wälder sich durch ihren gemischten Baumschlag von denen der gemäßigten Zone unterscheiden. In den höheren Breiten des östlichen Asiens ist dieses Verhältniss nicht etwa bloss die Folge von dem Eindringen tropischer Baumformen in das Monsunklima, so sehr dieses auch dabei mitwirkt, sondern es drückt sich in gleichem Masse auch in solchen Pflanzenfamilien aus, aus denen in der gemäßigten Zone der Bestand an Holzgewächsen zusammengesetzt ist, so in Japan bei den Coniferen, den Amentaceen und den Ericen. In

Hongkong, wo Bewaldung nur in wenigen, noch dazu zum Theil angebauten Thalschluchten angetroffen wird, ist die Anzahl der Holz bildenden Pflanzen beinahe halb so gross, als die aller übrigen Gewächse (1 : 2). Hiemit verglich Bentham⁷⁾ eine Insel des Mittelmeers (Ischia), wo dieses Verhältniss um mehr als das Fünffache vermindert sei (1 : 11). Wenn aber auf Hongkong auch die tropischen Bestandtheile überwiegen, so sind doch in Japan andere Holzgewächse ebenfalls sehr zahlreich. Zuccarini⁹⁾ schätzte hier das Verhältniss der Bäume und Sträucher zu den übrigen Pflanzen auf ein Drittel (1 : 3) : durch die heutige Kenntniss der japanischen Flora ist dasselbe etwas vermindert worden, doch beträgt es nach Miquel¹⁰⁾ immer noch ein Viertel (1 : 4) und ebenso viel im nördlichen China bei Peking. Diese Mannigfaltigkeit von Holzgewächsen ist weit grösser, als im nordamerikanischen Waldgebiet [1 : 6¹¹⁾], womit man Japan in dieser Beziehung hat vergleichen wollen, wo aber das Verhältniss dasselbe ist, wie am Amur und in Ostsibirien. Durch die Beimischung der tropischen Baumformen, der Laurineen und Bambusen, wird in Japan, wie in China, dieses Verhältniss erheblich gesteigert: von den ersteren kennt man aus Japan bereits 26, von den letzteren 14 Arten. Aus dem klimatischen Einfluss der stärkeren Niederschläge ist nur das Vorkommen tropischer Formen, nicht aber die Mannigfaltigkeit der Arten und Gattungen zu erklären, um so weniger, als hier der Baumschlag in einem einzelnen Bestande nicht nach Art der Tropenwälder gemischt, sondern oft ebenso einfach ist, wie in anderen Ländern unter gleicher Breite. Wir erkennen darin eine Eigenthümlichkeit dieser ostasiatischen Vegetationscentren, die vielleicht mit ihrer insularen Absonderung zusammenhängt, so dass es wünschenswerth wäre, sie mit dem inneren China vergleichen zu können. Hierüber ist im Allgemeinen zu bemerken, dass den Holzgewächsen durchschnittlich engere Wohngebiete zukommen, als den Gewächsen von kürzerer Lebensdauer. Bentham⁷⁾ versuchte dies aus den geringeren Hilfsmitteln ihrer Fortpflanzung zu erklären. Obgleich nämlich die Holzgewächse von dem Boden, den sie im Besitz haben, viele andere Pflanzen durch Beschattung und Entziehung der Nahrungsstoffe fern halten, werde doch der Vortheil ihrer grösseren Widerstandsfähigkeit durch die geringere Zahl ihrer Individuen mehr als ausgeglichen. Die kleineren Gewächse erzeugen,

nach der Masse ihrer Individuen berechnet, eine so viel grössere Masse von Samen, dass sie überall den frei gegebenen Raum leicht einnehmen und auch die Holzgewächse nicht aufkommen lassen, die auf ihren frühesten Entwicklungsstufen leichter verletzbar sind und mehr Schutz bedürfen. Vergleichungsweise werden also diese leichter in ihrem Endemismus verharren, aber dadurch ist noch keineswegs aufgeklärt, dass in Japan mehr verschiedene Holzgewächse, als in anderen Ländern von ähnlichem Klima entstanden sind.

Stellen wir die einzelnen Baumformen Chinas und Japans denen anderer Gebiete der nördlichen gemässigten Zone gegenüber, so finden wir, ähnlich wie am Mittelmeer, die immergrünen Blattorgane vorherrschend. Der Milde des Winters und der langen Dauer der Vegetationsperiode entsprechend, sind auch hier die Nadelhölzer mit der belaubten Lorbeerform verbunden. Schon bei Canton ¹²⁾ wird die spärliche Bewaldung, die auf den felsigen Hügeln der Küste sich erhalten hat, ausschliesslich von einer Kiefer gebildet, die der europäischen sehr ähnlich ist (*Pinus chinensis*). Aber gerade bei den Nadelhölzern ist die Mannigfaltigkeit der Gestaltungen am grössten und übertrifft sogar die des nordamerikanischen Waldgebiets. Von Coniferen sind allein aus Japan bereits mehr als 30 Arten ¹³⁾ bekannt geworden, und unter diesen sind mehrere monotypische Gattungen enthalten. Ueberhaupt finden wir unter den Nadelhölzern fast nur endemische Arten, die jedoch zum Theil den europäischen Tannen und Kiefern nahe stehen und ihnen physiognomisch gleichen. Einige sind durch ihre Grösse und durch die schöne Symmetrie ihres Wachstums ausgezeichnet: solche Bäume dienen den buddhistischen Tempeln zum Zierrath, in deren Umgebung sie gepflanzt werden. Von zwei Arten hat Fortune ¹⁴⁾ physiognomische Skizzen gegeben, von der Schirmfichte Japans (*Sciadopitys*), bei welcher die schlanke, mit den dichtesten Nadeln verhängte Krone einen regelmässigen, aus breiter Grundfläche verjüngten Kegel bildet, dessen Längsdurchmesser (etwa 80' hoch) den kurzen Stamm um das Fünffache übertrifft, und von einer weisslich berindeten Kiefer des nördlichen Chinas (*Pinus Bungeana*), die durch ihre Verzweigung merkwürdig ist, indem in geringer Höhe über dem Boden acht bis zehn Hauptäste steil wie Masten emporwachsen und erst an ihrem oberen Theile sich in verschlungene Kronen auflösen. Auch unter denjenigen Coniferen,

deren Nadeln zu Schuppen verkürzt sind (z. B. *Thujopsis*, *Chamaecyparis*), erscheint die chinesische Cypresse (*Cupressus funebris*) für den dortigen Gräberkultus besonders ausdrucksvoll, da ihre Zweige, wie bei einer Trauerweide herabhängend, die beiden Symbole des Schmerzes, die dunkle Färbung mit der niedergesenkten Haltung verbinden. Mit den europäischen Coniferen verglichen ist ferner die Mannigfaltigkeit der Blattorgane bedeutend erweitert. Hier tritt auch das breitere Olivenblatt tropischer Formen auf (*Podocarpus*), und in einer monotypischen Gattung (*Gingko*) nimmt das durch die Gefässbündel gestreifte Laub eine so eigene, rhombische, vorn eingeschnittene und gelappte Gestalt an, dass es sich kaum mit irgend einem anderen Baume vergleichen lässt und nur durch die Festigkeit des Gewebes an das Lorbeerblatt erinnert.

Sind in den Wäldern Ostasiens die Nadelhölzer vorherrschend, so ist die Lorbeerform, welche sie begleitet, durch weit verschiedenartigere Organisationen vertreten, als am Mittelmeer, nicht bloss durch Amentaceen, durch immergrüne Eichen, wie dort, sondern auch durch andere Familien; zahlreiche Laurineen treten auf, ihnen folgen einige Magnoliaceen und Ternstroemiaceen. Die immergrünen Eichen, die noch bei Jeddo gewöhnliche Waldbäume sind, erreichen indessen Sachalin nicht; die Laurineen nehmen schon in Nipon ab: der Kampherbaum (*Cinnamomum Camphora*) begleitet die Nadelhölzer auf der Insel Chusan und bewohnt Kiusiu in Japan, wird aber unter nördlicheren Breiten nicht mehr als einheimisch erwähnt. Die tropischen Vertreter der Lorbeerform auf Hongkong gehören zu einer noch grösseren Reihe von Familien, als in Japan. Die Erscheinung, dass sie in nördlicher Richtung sich immer mehr vereinfachen, dass weiterhin, wie in Südeuropa, nur noch immergrüne Eichen übrig bleiben und zuletzt auch diese in Sachalin verschwunden sind, kann so aufgefasst werden, als ob die Annahme bestimmter geographischer Grenzen des ostasiatischen Florengebiets überhaupt ganz willkürlich sei. Man könne vielmehr sagen, dass im Süden ein allmäliger Uebergang der chinesischen Flora in die indische, im Norden in die Amurflora stattfindet. Miquel hat sich in der That in diesem Sinne ausgesprochen¹⁰⁾ und die Unterscheidung einer bestimmten japanischen Flora verworfen. Allerdings sind es nur klimatische Werthe, nach denen ich den geographischen Umfang des chinesisch-japani-

schen Vegetationsgebiets auffasse, auf der einen Seite die am Wendekreis sich ändernde Vertheilung der Jahreszeiten, auf der anderen die Polargrenze der Monsunwinde. Allein wenn auch innerhalb dieses Gebiets ein allmäliger Wechsel der Vegetation eintritt, ähnlich wie bei dem Uebergange der südlichen in die nördlichen Landschaften des nordamerikanischen Waldgebiets, so bleiben doch selbst auf der Insel Sachalin noch deutliche Unterschiede von der Flora höherer Breiten übrig, die von Maximowicz¹⁵⁾ bereits angedeutet, von Schmidt⁸⁾ vollständiger nachgewiesen sind. Dieser Botaniker fand den Vegetationscharakter in den nördlichen Theilen der Insel bis zum Golf der Geduld mit dem der Küstenländer des ochotskischen Meerbusens ganz übereinstimmend¹⁶⁾. Auf der südlichen Halbinsel Sachalins (49—46° N. B.), die von jenen durch Gebirgszüge abgesondert und gegen die nördlichen Winde geschützt sei, schliesse sich die Flora der nordjapanischen durch eine Reihe identischer Arten und durch Zunahme der Holzgewächse an. Nach dem Verzeichniss der von ihm beobachteten Pflanzen halte ich indessen diese Folgerung für zweifelhaft; das Auftreten der mongolischen Eiche und das Verhältniss der Holzgewächse zu den übrigen Pflanzen selbst (1 : 5) weisen vielleicht auf nähere Beziehungen zu der Amurflora, als zur japanischen hin. Es müssen nähere Nachrichten über Jeso abgewartet werden, die Maximowicz in Aussicht stellt, ehe die Frage entschieden werden kann, ob die beiden nördlichsten Inseln Japans passender mit der Flora des Amur oder mit Nipon zu verbinden sind. Da aber die Form der holzigen Gräser gerade bis zu derselben Breite reicht (49°, an der geschützten Westküste 51°), wo ein schrofferer Wechsel der Flora eintritt, so schliesse ich mich vorläufig den Ansichten jener Reisenden an und betrachte das südliche Sachalin als eine Uebergangslandschaft zwischen Japan und Sibirien. Jedenfalls hängen auch hier die Florengrenzen mit den von Schmidt hervor gehobenen klimatischen Gegensätzen zusammen. Dasselbe lässt sich auch im Süden von Hongkong behaupten, wo die Polargrenzen mancher tropischen Familien (z. B. der Guttiferen und der Mangroveform) am Wendekreise ziemlich sicher beobachtet worden sind.

Neben der Lorbeerform sind in Japan auch die übrigen Baumformen des Mittelmeergebiets sämmtlich und zuweilen durch ähnliche

Arten vertreten. Beispiele bieten uns die japanische Buche (*Fagus Sieboldi*), welche man irrthümlich mit der europäischen für identisch gehalten hat, die Kastanie (*Castanea japonica*), eine Ulmacee (*Planera Kiaki*), deren Bauholz in Nipon geschätzt wird. Auch die übrigen Laubholzformen mit periodischer Blattformwicklung, die Linden, Eschen, Sykomoren, enthalten in China und Japan besondere Arten, meist aus denselben Gattungen, wie in Europa. Am zahlreichsten sind die Ahornbäume (*Acer*), deren Farbenwechsel bei der Entlaubung in Nipon ähnlich, wie in Kanada, der Physiognomie der Herbstlandschaft zum Schmucke dient. Dass unter diesen Laubhölzern manche Arten mit denen der Amurflora sich als identisch erwiesen haben, erschwert auf's Neue die Feststellung einer natürlichen Vegetationsgrenze zwischen dem östlichen Sibirien und China. Die Mandschurei ist ebenfalls, wie das nördliche Japan, eine Uebergangslandschaft, wo mit der zunehmenden Dauer des Winters die chinesischen Pflanzenarten allmählig verschwinden und die nördlichen sich südwärts verbreiten können. Bis in die Nähe von Peking scheinen die Wälder noch ziemlich ausgedehnt zu sein. Der grosse Forst, der dem Kaiser von China zu seinen Jagden in der Mandschurei dient, soll 100 Stunden von Ost nach West messen¹⁷). Von den Küsten des Golfs von Petscheli aus werden die Verhältnisse des Ackerbaus und der Viehzucht den sibirischen und europäischen ähnlicher, und dies ist ohne Zweifel eine Folge von dem Aufhören des Monsunklimas. Aber botanisch ist die südliche Mandschurei noch fast ganz unbekannt, und künftige Forschungen werden vielleicht zu einem ähnlichen Ergebniss, wie in Europa, führen, dass die chinesische Flora von der des Amur durch die immergrünen Eichen naturgemäss abzugrenzen sei. In diesem Falle wäre die jetzt nach Analogie mit Japan angenommene Grenze von der südlichen Biegung des Amur bis Peking (40° N. B.) zurückzuschieben.

Durch die Oleander- und Myrtenform ist die physiognomische Aehnlichkeit der ostasiatischen Flora mit dem Mittelmeergebiet auch in der Reihe der Sträucher ausgedrückt. Von herrschenden Maquis, die den Boden einnehmen, ist freilich nicht die Rede, aber um so mehr von dem Reichthum und der Blüthenschönheit der immergrünen Gebüsch, die den europäischen Treibhäusern die Camellien und andere werthvolle Zierden dargeboten haben, und unter denen der

Theestrauch wegen der eigenthümlichen Bedingungen seiner Kultur zu einer genaueren Untersuchung auffordert. Mit Ausnahme der breitblättrigen Ericaceen (z. B. *Rhododendron*) haben die immergrünen Sträucher mit denen Südeuropas wenig Verwandtschaft. Am merkwürdigsten ist in dieser Beziehung wohl durch die weite Ausdehnung des Wohngebiets der Buxus (*B. sempervirens*), indem dasselbe nach Hooker's und Bentham's Auffassung der Variationen dieses Strauchs¹⁸⁾ von West- und Südeuropa über die Gebirge in den Steppe und den Himalaja bis China und Japan sich erstrecken soll. Die Familien, zu denen die immergrünen Sträucher Chinas und Japans gehören, haben grossentheils zu denen Indiens und des Himalaja eine nähere Beziehung, als zu Europa oder Nordamerika: voran stehen die Ternstroemiaceen (*Camellia*, *Thea*, *Eurya*), sodann sind die Rubiaceen, Myrsineen und Styraceen, ferner die Ilicineen und Corneen (*Aucuba*) durch die Anzahl der Arten oder durch ihr häufiges Vorkommen charakteristisch. Neben den Nadelhölzern sind diese Gesträuche die Pflanzenformen, die bei dem Besuch der waldigen Mittelgebirge und Hügelketten Japans von den Reisenden stets erwähnt werden, indem die Anmuth des dortigen Landschaftscharakters durch sie bestimmt wird. Der merkwürdigste aber von allen diesen immergrünen Sträuchern ist der chinesische Theestrauch (*Thea viridis*), der, der *Camellia* nahe verwandt, als Beispiel von den klimatischen Bedingungen der Oleanderform im östlichen Asien dienen kann.

Da durch die Theekultur Europa und Amerika von China und Japan merkantilisch abhängig sind und sich hieran ein hohes ökonomisches Interesse knüpfte, weil zum Austausch in dem Opiumhandel nur ein bedauernswerther und unzureichender Ersatz jenen Ländern zurückgegeben werden konnte, so war es eine der wichtigsten Aufgaben, die Thatsachen zu erforschen, weshalb der Anbau des Theestrauchs in anderen Klimaten nicht gelingen wollte. Denn hiemit verhält es sich anders, wie mit den tropischen Pflanzenkulturen, die in den gemässigten Zonen unmöglich sind. Der Handel mit den Erzeugnissen ungleicher Breitengrade hat eine natürliche Grundlage und gleicht sich gegenseitig aus, wenn die von der Natur weniger begünstigten Nationen die Hilfsquellen ihrer Industrie in die Wagschale legen. Bei dem Austausch zwischen verschiedenen Meridianen

fehlt diese Ausgleichung, insofern der Anbau sowohl als die Arbeitskraft von physischen Bedingungen abhängen, die in derselben Zone gleichartiger sind. Warum sollte es nicht möglich sein, den Theestrauch, der in China unter dem 30. Breitengrade einheimisch ist und fast bis zum 40. in Japan gedeiht, auch nach Südeuropa oder nach den südlichen vereinigten Staaten zu verpflanzen? Hieran schliesst sich ferner die Betrachtung, dass in den besten Theedistrikten Chinas, wo der geneigte Hügelboden diesem Kulturzweige dient, die Ebenen hingegen von Moruspflanzungen bedeckt sind, das zweite Haupterzeugniss des Landes, die Seide, in demselben Klima, wie der Thee, gewonnen wird. Nun hat sich im Mittelalter, als zur Zeit der Kreuzzüge und der mongolischen Eroberungen die Verbindungen Europas mit dem östlichen Asien lebhafter waren, der Seidenbau, der am mittelländischen Meere im sechsten Jahrhundert begann, daselbst weiter entwickelt, ohne dass der Theestrauch dem Maulbeerbaume gefolgt wäre. Warum könnten nicht, sollte man meinen, diese Gewächse auch hier vereint unter Naturbedingungen gebaut werden, die in China für beide wenigstens klimatisch dieselben sind? Die Abhänge des Apennin, der die lombardische Ebene umkränzt, gleichen den Boheahügeln und scheinen dazu einzuladen. Die Versuche, den Theestrauch in anderen Ländern zu akklimatisiren, sind lange Zeit bloss deshalb gescheitert, weil man weder die Natur des Gewächses, noch die Art des Anbaus hinlänglich kannte. Weil der Thee von Canton, also vom Wendekreise, kam, hielt man ihn für ein tropisches Erzeugniss. Der Theestrauch des südlichsten Chinas (*Thea Bohea*) liefert ein verhältnissmässig werthloses Produkt, entweder weil die Art von der der Theedistrikte (*Th. viridis*) wirklich verschieden, oder weil das tropische Klima nachtheilig ist. Hieraus erklärt sich, dass alle Unternehmungen, die Theekultur in die tropischen Kolonien Asiens und Amerikas einzuführen, fehlgeschlagen sind.

Fortune war der Erste, der die Theedistrikte Chinas untersuchte und die Bedingungen des Anbaus, die Abhängigkeit der Theesorten von dem Zeitpunkt der Ernten und der Art ihrer Zubereitung, sowie die Verfälschungen des grünen Thees genauer kennen lehrte¹⁹⁾. Ihm gelang es, die Theekultur nach Assam, in den östlichen Himalaja, mit Erfolg zu verpflanzen, wo man die ächte Art (*Th. viridis*)

einheimisch gefunden hatte. Seitdem ist die Meinung allgemein geworden, dass die Theekultur überall in tropischen, Gebirgsklimaten möglich sei, obgleich Assam doch schon beträchtlich weit ausserhalb des Wendekreises liegt. Aehnliche Versuche in den wärmeren Gegenden der gemässigten Zone zu unternehmen, wurde darüber vernachlässigt, nur in Amerika ist dies, anscheinend ohne Erfolg, empfohlen worden. Um diese Frage zu würdigen, müssen wir Fortune's Untersuchungen zu Grunde legen. Aus seiner Karte des Kulturgebiets der Theepflanzungen¹⁹⁾ geht hervor, dass der beste Thee in der Nähe der chinesischen Küste, zwischen 27° und 32° N. B. erzeugt wird, die Polargrenze der Theekultur erreicht beinahe den 40. Breitengrad. Assam liegt mit den chinesischen Theedistrikten, die sich von der Provinz Tschekiang an der Küste bis Szetschuan an die Grenzen Tibets erstrecken, in gleicher Breite, aber wie verschieden ist übrigens das Klima. In Assam²⁰⁾ ist die Jahrestemperatur höher (19°), der Unterschied der Jahreszeiten geringer, aber es fehlt die Insolation, acht Monate vom März bis zum Oktober dauert die Regenperiode, und dichte Nebel herrschen im Winter. Unter derselben Breite ist in China der Winter zwar auch milde, aber der Theestrauch hat doch Frost zu ertragen, und in der Mitte des Sommers, nach der Regenzeit, steigt bei heiterem Himmel die Wärme ausserordentlich (auf 30° R.). Dazu ist die Theekultur in Assam auf die feuchtere Thalseite beschränkt²¹⁾, wo der Strauch in tiefen Gründen unter so dichtem Baumschatten wächst, dass die Sonnenstrahlen nicht zu ihm eindringen. Die Kultur ist daher, wenn auch eine strengere Winterkälte sie ausschliesst, doch von der Temperatur in hohem Masse unabhängig. Da ferner der Theestrauch auf einer so weiten Strecke vom östlichen Fusse des tibetanischen Himalaja bis zur Küste in China einheimisch ist oder gebaut wird, so ist anzunehmen, dass alle Zwischenstufen des Klimas von Assam bis Shanghai seiner Vegetation gleichmässig entsprechen. Daß Gemeinsame besteht nur in der Intensität der Niederschläge des Monsunklimas. Gegen die Vertheilung und Dauer derselben aber ist der Strauch um so unempfindlicher, als durch die Neigung und Beschaffenheit des Bodens die Wasseraufnahme durch die Wurzeln beträchtlich vermindert wird. Denn von der Erdkrume ist seine Kultur in weit höherem Grade bedingt, als vom Klima. Er gedeiht nur da,

wo das Wasser leicht abfließen kann und die Erdkrume rasch austrocknet. Selbst in Assam kann er nur da gebaut werden, wo der Boden die Feuchtigkeit so rasch verschluckt, dass derselbe ungeachtet der beständigen Niederschläge vollkommen trocken und staubig erscheint. Das Gewächs ist reich an Aschenbestandtheilen, die wiederholte Entfernung der Blätter bei den Ernten steigert die Ansprüche an die mineralische Ernährung, und die starke, wenn auch vorübergehende Bewässerung scheint nothwendig zu sein, um diese Nahrungsstoffe aufzuschliessen. Auf ebenem, nassem und schwerem Boden gedeiht der Theestrauch nicht. Ueberhaupt bewohnen die immergrünen Gesträuche Chinas und Japans nicht die Thalfächen, sondern vorzugsweise die Abhänge des Hügellandes. Ist es erlaubt, aus der Theekultur auf die Bedingungen des Vorkommens auch bei den übrigen zu schliessen, so scheinen sie von denen des Mittelmeergebiets in mehrfacher Beziehung abzuweichen. Sie stimmen nur darin überein, dass ein milder Winter ihnen Bedürfniss ist, und dass im feuchten Frühling eine neue Belaubung stattfindet. Ein regenloser Sommer von hoher Wärme begleitet sie in Südeuropa, im östlichen Asien sind sie gegen diesen Einfluss gleichgültig. Aber hier empfangen sie weit stärkere Niederschläge, als dort²⁾. Die reiche Belaubung, die grössere Blattfläche der Camellien, die leichte Erneuerung der Blätter des Theestrauchs sind Wachsthumerscheinungen, die mit ihren höheren Nahrungsbedürfnissen in Verbindung stehen. Die klimatischen Bedingungen des Seidenbaus lassen sich nicht mit denen der Theekultur vergleichen. Obgleich in beiden Fällen die Blätter geerntet werden und ein neues Wachsthum sie aus den Knospen ergänzen muss, so bedarf das immergrüne Laub mit seinem festen Gewebe einer intensiveren Ernährung aus dem Boden, als das periodische des Maulbeerbaums, und hiemit scheinen die Wasserzufüsse in Verhältniss stehen zu müssen. Portugal ist vielleicht das einzige Land in Südeuropa, welches an seinen Küsten durch die Intensität der Niederschläge den Theedistrikten ähnlich ist. In Nordamerika dürften nur einige Gegenden in der Nähe des mexikanischen Golfs²¹⁾ feucht genug sein, um Versuche der Theekultur räthlich erscheinen zu lassen. Allein es steht noch ein anderes, vielleicht unüberwindliches Hinderniss im Wege, die übrige Welt von dem hohen Tribut zu befreien, den ihr China in seinem Thee auferlegt, die ungewöhn-

liche Arbeitskraft, welche die Zubereitung desselben erfordert, und die nur in einem so dicht bevölkerten Lande beschafft werden kann, wo der Tagelohn zugleich beispiellos niedrig ist¹⁹⁾. Hiedurch ist selbst in Assam, wo zwar das nahe Indien zur Verfügung steht, aber doch die Kosten sich höher stellen, die Theekultur gehemmt worden²²⁾.

Die Verbreitung des Theestrauchs von China bis zum östlichen Himalaja entspricht jener Reihe von tropischen Vegetationsformen, welche dem Monsunklima im östlichen Asien bis zu höheren Breiten folgen. Die Waldregionen der feuchten, Indien zugewendeten Ketten des Himalaja verhalten sich zu der chinesischen Flora ähnlich, wie die Alpen zum nördlichen Europa. Auf dieselbe Weise, wie dort bei identischen Arten von Holzgewächsen, wiederholt sich hier bei den tropischen Formen der Vegetation die Erscheinung, dass, je höher sie an den Gebirgsabhängen ansteigen, sie auch in China und Japan weiter nach Norden reichen. In Sikkim, einer Landschaft des östlichen Himalaja, wo die Höhengrenzen der Pflanzenformen am besten bekannt sind, steigen unter allen Erzeugnissen eines tropischen Klimas die Bambusen am höchsten (bis 11300 Fuss), und so sind es auch solche Holz bildende Gramineen allein, die im südlichen Theil Sachalin's⁸⁾ von Spuren tropischer Vegetation übrig bleiben (bis 49° N. B.) und auf den Kurilen⁶⁾ die Insel Urup (46°) erreichen. Auf dem Festlande sollen sie etwa bis zum Golf von Petscheli vorkommen²³⁾, also bis zur Polargrenze der stärkeren und regelmässigeren Niederschläge des Monsunklimas. Wenn man in jenen Himalajaketten von der Bambusengrenze abwärts die Waldregionen hinabsteigt, folgen zunächst die Magnoliaceen und die atmosphärischen Orchideen (9400 Fuss), dann die Laurineen (8400'), die Farnbäume und der Pisang (6600'), zuletzt die Palmen (6100') und die Cycadeen. In Japan hat man auf Jeso (42° N. B.) noch Magnolien²⁴⁾ und eine Vandee (*Calantha*) angetroffen, die, wiewohl auf dem Erdboden wachsend, zu den atmosphärischen Orchideen in nächster Beziehung steht. Die Polargrenze der Laurineen, einer Familie, die weder bei Peking noch auf Jeso beobachtet wurde, bleibt genauer zu ermitteln, wird aber in Japan wahrscheinlich der Breite von Peking (40°) nahe stehen. Der Pisang trägt in Chusan (30° N. B.) keine reifen Früchte²⁵⁾, aber ein Farnbaum (*Alsophila*

podophylla) ist auf dieser Insel noch einheimisch. Das gemeinsame Bedürfniss aller dieser tropischen Pflanzenformen ist die Intensität der Monsunniederschläge, ihre Unterscheidung nach Höhen- und Polargrenzen beruht auf der ungleichen Dauer ihrer Vegetationsperiode. Im Himalaja, wo die Unterschiede der Temperatur in der Jahreskurve etwas geringer sind, als in China, werden doch dieselben Wirkungen durch das Abschmelzen des Winterschnees hervorgebracht, welches um so mehr Zeit in Anspruch nimmt, je höher das Niveau ist. Oberhalb der Baumgrenze bleibt der Boden in Nepal länger als vier Monate von Schnee bedeckt²⁶⁾, in einem ähnlichen Verhältnisse verkürzt sich die Vegetationsperiode durch Abnahme der Wintertemperatur in den höheren Breiten von China und Japan.

Von dieser symmetrischen Anordnung der Höhen- und Polargrenzen bildet die Vegetationsform der Palmen eine Ausnahme. Aehnlich scheinen sich auch die Cycadeen in Japan zu verhalten, bei denen Stamm und Belaubung den Palmen gleichen, und die wenigstens die Insel Kiusiu erreichen²⁷⁾. Diesseits des Wendekreises kommen in Ostasien nur wenige einheimische Palmen vor, und auch diese sind meist von geringer Stammhöhe²⁸⁾. Im Inneren von China scheinen sie noch gar nicht beobachtet zu sein. Aber in der Küstenprovinz Tschekiang nimmt die Hanfpalme eine hervorragende Stellung in den Bergwäldern ein²⁹⁾ und gehört also nicht zu den Zwergpalmen. Wahrscheinlich ist sie identisch mit der Palme Japans (*Chamaerops excelsa*), die der Landschaft bei Jeddo einen etwas tropischen Charakter verleiht³⁰⁾. Diese reicht demnach hier ebenso weit nach Norden (36° N. B.), wie die Laurineen daselbst nachgewiesen sind, unter deren Höhengrenze die Palmen in Sikkim mehr als 2000 Fuss zurückbleiben. In der tropischen Waldregion des Himalaja kommen überhaupt nur wenige Palmen vor, und die am höchsten ansteigende Art ist nicht einmal ein Baum, sondern eine Rotangpalme oder Palmliane, eine Form, die in China den Wendekreis nicht zu überschreiten scheint. Das Niveau, welches selbstständig wachsende Palmen erreichen, steht dort noch weiter unter dem der Laurineen zurück (*Chamaerops Martiana* in Nepal bis 5000 Fuss), und dadurch wird der Unterschied der Höhen- und Polargrenzen noch bedeutender. Aber auch innerhalb der Tropen sind die Palmen

überhaupt meist auf die Ebenen und niedrigere Berghöhen eingeschränkt, nur die Wachspalmen Amerikas machen davon eine Ausnahme. Wie intensiv auch die Niederschläge sein mögen, so hält sich doch eine hinreichend grosse Menge von Wasser, wie es die Palmen bedürfen, an steileren Gebirgsabhängen, von denen es oberflächlich abfließt, nicht lange genug im Boden. Eine geringere Neigung desselben wird daher der Vegetation der Palmen vortheilhaft sein, und hierin scheint die Ursache zu liegen, dass bei genügender Feuchtigkeit und Gleichmässigkeit der Wärme dieselben weiter nach Norden in die gemässigten Klimate vorrücken, als nach aufwärts in den tropischen Gebirgen.

Oft sind in China auch da, wo das Klima für die tropischen Pflanzenformen geeignet ist, die Bambusen deren einzige Vertreter unter den Holzgewächsen³¹⁾. Ueberall kommen sie vor und dienen den mannigfachsten Verwendungen. Ihre Vegetationsbedingungen werden in der indischen Flora näher zu erörtern sein, wo sie ebenso, wie in China, zu den Hauptcharakterformen der Landschaft gehören. Hier soll nur erwähnt werden, dass sie, zwar in ihrem Wasserbedürfniss den Palmen gleichend, durch die raschere Verwendung der Nahrungsstoffe zum Wachstum auch kürzere Vegetationsperioden zu ertragen fähig sind. Bei chinesischen Bambusen mass Fortune²⁹⁾ die Geschwindigkeit des Wachstums und fand, dass die Höhe eines kräftigen Stamms in vierundzwanzig Stunden um 2 bis 2 $\frac{1}{2}$ Fuss zunahm, und dass die Streckung während der Nacht am schnellsten vor sich ging. Die Bambusenform unterscheidet sich von den übrigen monokotyledonischen Baumformen durch ihre Verzweigung, abgesehen davon, dass die hohlen Stammglieder und das Laub sogleich ihre Stellung in der Familie der Gramineen anzeigen. Da aber die Seitenknospen nur zu kurzen Zweigen auswachsen, welche die Blattbüschel tragen, die der Länge nach an dem einfachen Hauptstamme vertheilt sind, so fehlt doch auch ihnen die Laubkrone der dikotyledonischen Bäume. Bei der Mautschok-Bambuse, die im mittleren China auf den Berghängen und an den Tempeln häufig gepflanzt wird, ist der Stamm feinglättet, senkrecht wächst er 60 bis 80 Fuss hoch, in wenigen Monaten sich vollständig ausbildend, bis zum dritten Theil der Höhe bleibt er zweiglos und ist ungemein leicht und zierlich gebaut. Fortune erklärt diese Art für eine der

schönsten aller Bambusen, die zarte, nach oben gertickte Belaubung vergleicht er mit der Fahne einer Feder. Mehrere andere chinesische Arten haben einen ähnlichen Bau, und ihre jungen Triebe sind essbar. Im südlichen China fand jener Reisende die Bambusen denen Indiens ähnlicher, die dichtere Gebüsch von bogenförmig aufsteigendem Wuchs bilden und von unten auf Blätter tragen. Durch Verkürzung des Stamms unterscheiden sich endlich die am weitesten nach Norden gehenden Arundinarien (*A. Kurilensis*), die sich also ähnlich zu den eigentlichen Bambusen verhalten, wie die Zwergpalmen zu den Palmen.

Von den übrigen Pflanzenformen, die zu weiteren Ausführungen über das Klima keinen Anlass geben, ist nur im Allgemeinen anzuführen, dass auch bei ihnen die Mischung aus Gattungen tropischer und höherer Breiten sich durchgehends erkennen lässt, im Verhältniss zu Europa in der grösseren Anzahl holziger Schlinggewächse und in der mannigfaltigeren Vertretung indischer Familien, zu den Tropen in dem wachsenden Reichthum an Sträuchern mit periodischer Laubentwicklung. Als eine eigenthümliche Gestaltung erwähne ich hier nur noch einer Form von Halbsträuchern, die, weder Staude noch eigentliches Holzgewächs, an gewisse baumartige Araliaceen Indiens sich anschliesst, welche auf dem Gipfel ihres Stamms eine Rosette von langgestielten, fächerförmig getheilten Blättern tragen. Dieser Bildung entspricht eine Gattung derselben Familie (*Fatsia*); deren ungetheilte, aber nur etwa 6 Fuss hoher, verholzender Stamm in einer einzigen Vegetationsperiode [binnen 10 Monaten ³²] auswächst und durch ein ungewöhnlich stark entwickeltes Mark ausgezeichnet ist, aus welchem das eigenthümliche Produkt der Insel Formosa, das Reispapier, geschnitten wird (*F. papyrifera*). Zu derselben Pflanzengruppe gehört auch die von den Chinesen als kostbarstes Arzneimittel hochgeschätzte Ginseng-Staude, die im tiefen Waldschatten der Mandschurei wächst und auch in Japan vorkommen soll (*Panax Ginseng*).

Vegetationsformationen. Durch die Kultur des Bodens ist der landschaftliche Charakter Chinas und Japans in einer ähnlichen Weise verändert worden, wie in Europa. Indessen giebt es doch ungeachtet der gleichmässigen Bewässerung des Tieflands vermöge des ungleichen geognostischen Substrats und nach der verwickelten

Anordnung zahlreicher Höhenzüge weite Strecken, die unbebaut geblieben oder auch bewaldet sind. Die einzelnen Provinzen und Inseln unterscheiden sich in ihren Erzeugnissen und in ihrer Fruchtbarkeit. Die bergigen Küsten des südlichen Chinas haben ein unwirthbares Ansehen, das nackte Gestein ist oft weithin anstehend. Entgegengesetzt verhält sich das Innere der japanischen Insel Jeso, welches durchaus von Wäldern bedeckt und ganz unbewohnt sein soll²⁴⁾. In dem grössten Theile Chinas und namentlich in den östlichen Provinzen sind die Wälder durch die Kultur oder den Holzverbrauch zurückgedrängt, in Japan haben sie auf den Höhen sich viel allgemeiner behauptet, hier steht ein altes Gesetz in Kraft, dass, wer einen Baum fällt, gehalten ist, einen neuen Baum zu pflanzen. Die Schönheit der japanischen Landschaft auf Nipon und Kiusiu wird von allen Reisenden wegen ihres Wechsels hoch gepriesen, indem die Bergrücken und Abhänge mit Wald oder hohen Gesträuchen bekränzt, die Thäler von reichen und wohlbewässerten Ackerfeldern und Pflanzungen erfüllt sind. Aehnlich lauten die Schilderungen vom östlichen Vorlande des tibetanischen Himalaja, aus Szetschuan, einer der fruchtbarsten Provinzen Chinas, wo der Bodenertrag eines Jahrs zehnfach zur Ernährung der dichten Bevölkerung ausreichen soll³³⁾, und von wo der Binnenhandel auf dem Yangtsekiang die weniger ergiebigen Gegenden versorgt. Hier sind auch die Wälder noch bedeutend, wenn auch nicht in gleichem Grade, wie in der Mandschurei.

Die Zerstörung der Wälder hat in China nicht dieselben Nachteile, wie in anderen Ländern, weil die Minderung so intensiver Niederschläge das Wachstum der Pflanzen noch nicht beeinträchtigt und ein genügendes Mass von Feuchtigkeit durch den Wechsel von Höhen und Thälern gesichert ist. Eben darin besteht ein hoher Vorzug des östlichen Asiens vor den westlichen Mittelmeerländern, dass dort diese Niederschläge in die wärmere Jahreszeit fallen, hier die Sommerdürre um so frühzeitiger eintritt, je weniger der Waldreichthum der Berge sich erhalten hat, der die Verdichtung des Wasserdampfs befördert. In China fehlen die trockenen Matten, die zum Weidelande dienen können, und die Maquis, deren niedriges Gesträuch noch weniger benutzt wird: der Anbau und die natürliche Bewaldung ist nur durch den etwaigen Mangel an fruchtbaren Erd-

krumen und Humus eingeschränkt. Nur an den Grenzen der Mongolei, wo die Monsunregen aufhören, ist die Steppe nach Süden vorgerückt, seitdem die Chinesen anfangen, die dortigen Wälder zu zerstören¹⁷⁾.

So weit auch die tropischen Bestandtheile der Flora nach Norden reichen, so entspricht doch die Anordnung der Gewächse in den Wäldern den klimatischen Bedingungen der gemässigten Zone und hat nichts mehr mit dem gemein, was man die Ueppigkeit des Tropenwaldes nennt, und was vorzüglich in der stärkeren Raumbenutzung und der gedrängteren Mischung der Vegetationsformen besteht. Eigenthümlich sind die ostasiatischen Formationen nur dadurch, dass, wenn in den Wäldern Europas die Bäume und das Unterholz durch eine gewisse Aehnlichkeit der Vegetationsorgane übereinstimmen, hier verschiedenartige Formen in demselben Bestande verbunden sind. In einer Schilderung der Insel Chusan erwähnt Cantor²⁵⁾, dass in den Eichen- und Nadelwäldern der Pisang nebst Zwergpalmen (*Rhapis*) vorkomme, dass die Theepflanzungen von Himbeer- gesträuch umgeben und vom Hopfen umrankt werden. In einer anderen Darstellung³⁴⁾ wird der gemischte Charakter der Vegetation bei Canton dadurch bezeichnet, dass daselbst Veilchen im Schatten von Melastomen blühen, dass mit der Kiefer die Bambusen auf denselben Anhöhen wachsen, und auf demselben Felde Zuckerrohr und Kartoffeln gebaut werden. Ein Baumschlag, der die Formen europäischer Laubbölzer mit den tropischen Bambusen vereinigt, wird auch in Japan bis Jeddo beobachtet³⁰⁾. Die Wirkung der stärkeren Niederschläge, denen dieses Eindringen der tropischen Bestandtheile in die Formationen beizumessen ist, äussert sich auch darin, dass die immergrünen Sträucher ein höheres Wachstum erreichen können, als in den südeuropäischen Maquis gewöhnlich ist. In der Nähe von Chusan besuchte Fortune³¹⁾ eine bewaldete Insel, wo das Unterholz im Nadelwalde von Camellien gebildet wurde, die häufig eine Höhe von 20 bis 30 Fuss erreichten.

Auf denselben Bedingungen, welche den Charakter der einheimischen Formationen bestimmen, beruht es auch, dass die Kultur tropische Erzeugnisse denen Süd- und Nordeuropas hinzufügt, dem Weizen, dem Reis und der Baumwolle auch den Indigo und das Zuckerrohr, in den Pflanzungen der Holzgewächse dem Maulbeerbaum die Orange und den Theestrauch. Nach der Dauer und Strenge des

Winters unterscheidet man³³⁾ in China eine nördliche Zone (bis Nanking, 32° N. B.), wo die europäischen Getraidearten gebaut werden, von der mittleren (32—27°); in welcher der Reisbau vorherrscht, aber auch der Weizen von ausgezeichneter Güte ist. Hier liegen auch, wie bemerkt, die besten Theedistrikte im Umkreis der Landschaften, wo alle südeuropäischen Kulturen betrieben werden und in höherer Blüthe stehen, als in der südwärts folgenden Wendekreiszone. Eine zweimalige Ernte ist in den wärmeren Gegenden sowohl in China, als in Japan, gewöhnlich, Getraide von kürzerer Entwicklungszeit kann in der trockeneren Frühlingsperiode³⁵⁾ reifen, die dem Regen des Monsunwechsels vorausgeht. Selbst dem Reis ist dieser Vortheil abgewonnen, indem dieses Gewächs, welches in Südeuropa eine so lange Zeit zu seiner Ausbildung erfordert, in China eine Spielart erzeugt hat, deren Entwicklung um Monate verkürzt ist, und die man schon im Alterthum lernte, durch Auswahl der Körner sich dauernd zu erhalten.

Regionen. In China scheinen nur die noch ganz unbekanntem Ostabhänge des Himalaja sich über die Baumgrenze zu erheben. Die Wasserscheiden der Stromgebiete des Tieflandes werden aus waldigen oder felsigen Mittelgebirgen und Hügelketten gebildet. Die Boheaberge an der Grenze von Kiangsi und Fokien, welche Fortune besuchte³¹⁾, tragen Kiefer- und Eichenwälder mit Bambusen, auf dem Kamme waren dieselben durch Gesträuch, jedoch nur unvollständig, verdrängt.

Auf den Inseln des östlichen Asiens erreichen die vulkanischen Hebungen eine beträchtlichere Meereshöhe. In Formosa sollen Bergspitzen von 12000 Fuss vorkommen³⁶⁾, und noch höher ist der Fusiyama in der Nähe von Jeddo auf Nipon (13300 Fuss), der wegen seiner reinen Kegelform berühmteste Vulkan Japans, den Alcock³⁷⁾ erstiegen hat. Dieser Berg ist der einzige, über dessen Regionen wir bis jetzt einige Nachrichten besitzen.

Fusiyama.³⁸⁾ (35½° N. B.)

0—8000'. Waldregion.

—2600'. Laubhölzer (z. B. Buche, Ahorn, Esche) mit Farnen und von Coniferen *Cephalotaxus drupacea*.

2600'—6000'. Tannenregion (*Pinus firma* bis 120' hoch, *P. Tsuga*).

6000'—8000'. Lärchenregion (*P. leptolepis* bis 40' hoch).

8000'—12000'. Alpine Region mit einer Zwergconifere; über 12000' Laven ohne Pflanzenwuchs.

Die Regionen des Fusi-yama können mit denen des Aetna verglichen werden, der durch Lage und Bau so ähnlich ist. Die Sommertemperatur in Jeddo^{s)} ist der von Palermo gleich (18°), die des Winters (+ 0°,4) strenger, sie entspricht etwa der von Genf. Da bei derselben Sommerwärme, welche den Schnee entfernt, die Baumgrenze des Fusi-yama ungefähr 1800 Fuss höher liegt, als am Aetna, so darf man annehmen, dass der Mangel an Feuchtigkeit, der in den Gebirgen Südeuropas die Wälder in ein tieferes Niveau herabdrückt, in Japan auch in den oberen Regionen nicht besteht oder durch stärkere Schneemassen ausgeglichen wird, wie sie die Monsunwinde bei etwas geringerer Wintertemperatur daselbst anhäufen. Die Bodeneinflüsse sind auf beiden Bergen gleichartig, die unzersetzten Laven und Eruptivblöcke, welche sie bedecken, beschränken den alpinen Pflanzenwuchs und lassen in der Nähe des Gipfelkraters keine Vegetation aufkommen.

Am lycischen Taurus und auf dem Fusi-yama ist die Höhe der Baumgrenze übereinstimmend, aber in Folge ganz verschiedener Einwirkungen, dort durch den Einfluss einer umfangreichen Massenerhebung gesteigert, hier, auf einem isolirten Bergkegel, durch die Feuchtigkeit des Bodens. Würde der Schnee nicht durch die Sommerwärme entfernt oder zu langsam beseitigt, so müsste die Baumgrenze sinken. Dies aber wird am Fusi-yama durch den japanischen Meeresstrom verhindert, der die Temperatur an diesen Küsten so bedeutend erhöht. Wiewohl das Gegentheil behauptet worden ist und der Gipfel den grössten Theil des Jahres hindurch weiss in die Ferne leuchtet, erreicht dieser Berg, wie aus Alcock's Darstellung³⁷⁾ hervorgeht, ebenso wenig die Linie des ewigen Schnees, wie der Aetna. An der Westküste von Nipon hingegen, die dem erwärmenden Einflusse jenes Meeresstroms entzogen ist, soll der Siroyama bei einer Höhe von kaum 8000 Fuss ewigen Schnee tragen. Ein so grosser Unterschied der Firnlinie an der Ost- und Westküste derselben Insel, der, wenn diese Nachrichten sich bestätigen, wenigstens 5000 Fuss betragen würde, möchte beispiellos dastehen und wird auch in den Pflanzengrenzen seinen Ausdruck finden.

Vegetationscentren. Man kann den japanischen Archipel seiner Lage nach mit Grossbritannien vergleichen. Während aber

zwischen den britischen Inseln und Europa ein vollständiger Austausch der Vegetation stattgefunden hat, so lässt sich die Verbindung Chinas mit Japan, so entschieden auch hier die übereinstimmenden Züge hervortreten, doch nicht in gleichem Umfange nachweisen: freilich ist auch die chinesische Flora weit weniger bekannt, als die japanische. Die Untersuchungen über den Endemismus im östlichen Asien müssen sich daher vorzüglich auf Japan stützen. Zuccarini³⁹⁾ zählte 44 endemische Gattungen in Japan auf, die grösstentheils monotypisch sind, aber jetzt sind nur noch 18 davon übrig, indem die anderen entweder auch auf dem Kontinent gefunden wurden oder sich nicht als selbständig bewährten. Indessen ist durch spätere Entdeckungen die Zahl der nur in Japan beobachteten und anerkannt eigenthümlichen Gattungen seitdem wieder auf 35 gewachsen³⁹⁾. Dennoch spricht Miquel bereits die Vermuthung aus, dass, nachdem so viele japanische Pflanzen in China oder im Himalaja aufgefunden wären, auch bei den noch übrigen endemischen Gattungen Japans dasselbe zu erwarten sei. So unthunlich nach solchen Erfahrungen allerdings eine Absonderung der japanischen von der chinesischen Flora erscheinen muss, so halte ich es doch für wahrscheinlich, dass Japan auch seine besonderen Centren besitzt, die sich von denen des Kontinents getrennt erhielten.

Schon Zuccarini legte bei seinen Erörterungen über den Charakter der japanischen Flora ein besonderes Gewicht auf die Mannigfaltigkeit der Gattungen und die auch durch die grosse Anzahl der Monotypen angedeutete, verhältnissmässige Armuth der Gattungen an Arten. Unter mehr als 900 Gattungen von Gefässpflanzen, die in Miquel's Werk über Japan¹³⁾ unterschieden werden, zähle ich nur 16, welche ein Dutzend oder mehr Arten enthalten⁴⁰⁾. Auch unter den nicht endemischen Gewächsen Japans finden sich manche Monotypen, und noch häufiger begegnen uns Gattungen, welche hier nur durch eine einzelne Art, in anderen Floren durch eine Mehrzahl vertreten sind. Das durchschnittliche Verhältniss der Arten zu den Gattungen beträgt in Miquel's Flora etwa 2,5 : 1⁴¹⁾ und würde noch kleiner ausfallen, wenn diejenigen ausgeschlossen würden, deren Selbständigkeit zweifelhaft ist. Im nördlichen Deutschland⁴¹⁾, auf einem Gebiete von ähnlichem Umfang, finde ich das höhere Verhält-

niss von 3,2 : 1. Den Schlüssel zu dieser Erscheinung in Japan bietet das von Hooker ermittelte Gesetz⁴²⁾, dass der Umfang der Gattungen einer Flora um so grösser ist, je mehr die endemischen Arten die eingewanderten an Zahl übertreffen, ein Verhältniss, welches freilich durch die Monotypen in umgekehrtem Sinne abgeändert wird. Nun wächst im Innern des alten Kontinents, dem Heerde einiger der artenreichsten Gattungen, dieses Verhältniss in weit stärkerem Masse, als nach den Küsten hin : nach de Candolle⁴³⁾ steigt es im russischen Reiche auf 6,9 : 1. Es ist also anzunehmen, dass Japan an eingewanderten Pflanzen reicher ist, als an solchen, die hier entstanden sind, und ebenso Europa. In einem solchen Falle müssen die in Japan so zahlreichen Monotypen auf das Verhältniss der Arten zu den Gattungen in gleichem Sinne einwirken. Die Vorstellung von einer starken Einwanderung nach Japan wird ferner dadurch unterstützt, dass hier so viele tropische Gattungen durch einzelne indische Arten noch vertreten sind, und dass ebenfalls ein nicht unbeträchtlicher Austausch mit den höheren Breiten sowohl des alten wie des neuen Kontinents stattgefunden hat. Die am wenigsten durch das Klima bedingten Arten gehen auf diese Inseln über, während die zarter organisirten zurückbleiben. Ich finde⁴⁴⁾, dass von 26 tropischen Familien Japans sechs auch in das europäische Mittelmeergebiet eintreten, ausserdem zehn in die südlichen Staaten Nordamerikas, dass dagegen bei den zehn übrigen dies nicht der Fall ist. Von einem Theil derselben (8) sind in Japan nur je eine oder zwei Arten aufgefunden, von einigen aber doch eine grössere Anzahl. Durch diese das Monsunklima so deutlich bezeichnende, stärkere Vertretung tropischer Familien wird indessen ebenso wenig, wie durch die beschränktere Einwanderung aus Sibirien und Nordamerika das niedrige Artenverhältniss allein hinreichend erklärt. Die grössere Anzahl der Monotypen wiederholt sich in den insularen Floren der ganzen Erde, die Seltenheit grösserer Gattungen ist in noch höherem Grade eine Eigenthümlichkeit Japans.

Den Entstehungsort einer Pflanzenart können wir als den vollkommensten Ausdruck der Uebereinstimmung zwischen den physischen Lebensbedingungen und ihrer Organisation betrachten. Denn mit dieser Anpassung an gegebene Einflüsse der unorganischen Natur ist das höchste Mass ihrer Erhaltungsfähigkeit, welche das

Leben anstrebt, gegeben. Auf solche Vorstellungen stützt sich die Folgerung, dass, je näher die Centren verschiedener Pflanzen geographisch gelegen sind und je weniger daher ihre klimatischen Bedingungen abweichen, desto ähnlicher auch ihre Organisation werden musste, oder, was dasselbe ist, desto mehr Arten auch in derselben Gattung entstanden sind. Diese Erscheinung zeigt sich in der That überall, wo wir endemische Arten vergleichen können, deren Verbreitung eine beschränkte blieb, aber auf den Inseln, die eine eigenthümliche Vegetation besitzen, ist sie weniger ausgesprochen, als auf den Kontinenten. Von irgend einem Punkte aus ändert sich das Klima meist allmählig, gleichwie die Radien eines Kreises vom Mittelpunkte zur Peripherie nach und nach weiter aus einander treten. Auf einem Kontinent aber ist die ganze Raumfläche des Kreises als geeignet zu denken, bestimmte Abänderungen der Organisation hervorzubringen, auf einem Archipel wird sie durch das Meer unterbrochen, und hier sind daher weniger einzelne Arten von ähnlicher Bildung entstanden. Ein zweites Moment besteht darin, dass die Gattungen, unter einander verglichen, ungleich veränderungsfähig sind, ihre Arten demnach, um bei demselben Bilde zu bleiben, auf den Radien jener Kreisfläche in weiteren oder engeren Abständen geordnet erscheinen würden. Ist der Umfang des festen Bodens gering, so werden leichter Monotypen entstanden sein, Gattungen, die auf der einen Seite wenig oder gar nicht veränderungsfähig sind, auf der anderen bei einem gewissen Masse des klimatischen Wechsels nicht mehr bestehen können. Wiederholen sich in weiter geographischer Entfernung die bedeutendsten klimatischen Momente, deren sie bedürfen, noch einmal, so finden wir vielleicht in einem anderen Erdtheile eine zweite Art, und auf diese Weise erklärt sich überhaupt der Ursprung derjenigen Arten, die man vikariirende genannt hat. Vollkommen gleicht sich indessen das Klima, als ein Komplex der verschiedensten Erscheinungen, gegen welche die Organismen sich receptiv verhalten, an zwei entfernten Punkten der Erdoberfläche niemals. Und dies kann man als den Grund von der Einheit der Vegetationscentren, das heisst davon ansehen, dass jede Art von einem einzigen Entstehungsorte bei ihren Wanderungen ausgegangen ist, womit die Möglichkeit vereinzelter Ausnahmen,

die bei weniger receptiven Pflanzen denkbar sind, nicht ausgeschlossen wird.

Rascher erfolgt der klimatische Wechsel von Süden nach Norden, als auf demselben Parallelkreise des Aequators, oder in der ersteren Richtung sind wenigstens die bestimmenden Einflüsse auf die Organisation von grösserem Gewicht. Erstreckt sich daher ein geographisches System von Vegetationscentren vorherrschend von Westen nach Osten, so werden die Arten häufiger, als die Gattungen verändert sein. Leichter wird die Zahl der Arten einer Gattung in Asien, als in Amerika erhöht werden. Ein so grosser Artenreichtum, wie bei den Astragalen der alten Welt, ist bei keiner amerikanischen Gattung beobachtet. Das Gebiet der japanischen Flora hat nun eben, wie Amerika, den Charakter einer grösseren Meridianausdehnung (30—49° N. B.) bei verhältnissmässig geringer transversaler Breite: dies sind demnach ungünstige Bedingungen für die Entstehung artenreicher Gattungen, günstige für die der Monotypen.

Nach diesen Ausführungen ist es also möglich, aus dem einfachen und selbstverständlichen Grundsätze der klimatischen Anpassung die wichtigeren Erscheinungen abzuleiten, welche sich auf die Vertheilung verwandter Pflanzen beziehen.

Die meisten endemischen Gattungen Japans sind durch ihre Organisation so bestimmt von denen abgesondert, die ihnen im System am nächsten stehen, dass ihre Selbständigkeit nicht angefochten werden kann. Auf Kontinenten sind die Grenzen der artenreicheren Gattungen oft unbestimmter, wodurch, da jede Systematik bis zu einem gewissen Grade willkürlich ist, leicht Meinungsverschiedenheiten über ihren Umfang entstehen können. Auf Inseln hingegen, die gleichsam durch weitere Intervalle klimatisch gesondert sind, ist es nicht selten schwierig, ihre endemischen Gattungen im System ihrer Stellung nach sicher einzuordnen. Die Grenzen der Familien sind durch Organisationen von vermittelndem Bau ebenso schwankend, wie die der Gattungen durch vermittelnde Arten. Von solchen Mittelgattungen liefern die Inseldoreen gerade in ihren eigenthümlichsten Organisationen manche Beispiele, und auch in Japan begegnen uns Schwierigkeiten dieser Art. Die Gruppe der Trochodendreen (*Trochodendron* und *Euptelea*, letztere jedoch in der Ana-

tomie des Holzgewebes abweichend) wird jetzt im System neben die Magnoliaceen gestellt⁴⁵⁾, während sie habituell den Araliaceen, denen Andere sie anreihen wollten, ebenfalls nahe verwandt ist. Eine solche Mittelstellung nehmen auch die Calycantheen (*Chimonanthus*) ein, die, nach der Organisation der Blüthe gleichfalls den Magnoliaceen verwandt, in einigen Beziehungen und namentlich nach dem Bau des Samens und habituell einen Uebergang zu den Myrtaceen zu bilden scheinen. Auch die Hamamelideen und Corneen, zwei Gruppen, von denen eine jede in Japan fünf Gattungen zählt, gehören zu denen, die wegen der Zweideutigkeit ihrer Verwandtschaften bei der Einreihung in ein allgemeines System grosse Schwierigkeiten darbieten. Die Saxifrageen endlich und die Rosaceen, die beide in Japan besonders reich vertreten sind, haben so schwankende Grenzen, dass man sogar vorgeschlagen hat, sie ganz zu vereinigen, womit denn freilich solche Aufgaben der Systematik keineswegs gelöst werden.

Ueber den Reichthum der chinesischen Flora lassen sich bis jetzt nur Vermuthungen hegen. Die Zahl der Arten, die in Japan sicher erkannt sind, erhebt sich nicht auf das Mass dessen, was auf gleich grosser Fläche das mittlere Europa bietet (etwa 2000 Arten), aber der Kontinent wird, mit Inselfloren verglichen, wie immer auch in diesem Falle reicher sein. Nach europäischem Massstabe beurtheilt, sind in diesem Theile Asiens schwerlich mehr als 6000 Gefässpflanzen zu erwarten⁴⁶⁾.

Die Reihenfolge der grössten Familien in der japanischen Flora⁴⁷⁾ unterscheidet sich, mit Europa verglichen, vorzüglich durch die vermehrte Anzahl von Rosaceen und Coniferen. Sodann ist die Abnahme des Reichthums in fast allen grösseren Familien bemerkenswerth, so dass selbst die grösste, die der Synanthereen, im europäisch-sibirischen Gebiete 14, in Japan nur 6 Procent der Gesamtsumme von Gefässpflanzen enthält. Dies steht offenbar mit der geringeren Artenzahl in den Gattungen im Zusammenhang.

Die Verknüpfung der japanischen Flora mit anderen Gebieten ist aus der geographischen Lage im Allgemeinen leicht verständlich. Ein Austausch mit Europa konnte sowohl durch Sibirien als über den Himalaja stattfinden, etwas geringer ist die Verbindung mit Nord-

amerika, am engsten der Zusammenhang mit Indien auf der einen, mit der Amurflora auf der anderen Seite, wo in beiden Fällen keine mechanische Hindernisse der Wanderung entgegenstehen. Nordische Pflanzen konnten sich auch über die Behringstrasse und die Inselkette der Kurilen und Aleuten von Japan nach Nordamerika und umgekehrt verbreiten, anderen Gewächsen bot sich zur Uebersiedelung der pacifische Meeresstrom dar, der, als eine Fortsetzung des japanischen, den westlichen Kontinent in der Nähe von Vancouver erreicht. Allein hierüber hat Asa Gray⁴⁸⁾ besondere Ansichten vortragen, die eine genauere Erörterung erheischen. Auf umfassende Vergleichen sich stützend, fand er, dass die japanische Flora eine grössere Aehnlichkeit mit der des Ostens als des Westens von Nordamerika zeige, und suchte hieraus Folgerungen über ihren Ursprung abzuleiten. Die Pflanzenverzeichnisse, auf welche er dieselben begründet, umfassen indessen nicht bloss die identischen Arten der Ostküsten beider Kontinente, sondern auch die verwandten, die vikariirenden, und bei Miquel¹⁰⁾, der dieselben von diesen reinigte und revidirte, finden wir die Uebereinstimmung schon sehr erheblich vermindert (auf 81 Arten, etwa 4 Procent).

Asa Gray hatte, von den Ansichten des Darwinismus geleitet, die verwandten und identischen Arten beider Floren deshalb zusammengefasst, weil er ihnen denselben Ursprung zuschrieb, von Stammorganismen, die bei ihrer Wanderung sich mehr oder weniger, oder auch gar nicht verändert hätten. Lassen wir indessen die Hypothesen über ihre Abstammung zur Seite, so darf doch ein wesentlicher Unterschied zwischen vikariirenden und identischen Arten nicht übersehen werden. Während nämlich die ersteren an so entfernten Orten der Erdoberfläche vorkommen können, dass ein Austausch, selbst in früheren geologischen Perioden, undenkbar erscheint, wie bei manchen Eriken des Kaplandes und Europas, ist es hingegen bei identischen Arten beinahe immer möglich, aus der Form des Wohngebiets und aus den Hilfsmitteln, die zur Bewegung zu Gebote stehen, auf wirklich erfolgte Wanderungen zu schliessen. Im ersteren Falle ist das oben berührte Gesetz in Wirksamkeit, dass ähnliche Klimata auch ähnliche Organisationen erzeugen, was bei den zahlreichen Parallelen zwischen den Tropenländern so besonders deutlich ist, ohne dass eine Wanderung über die Breite des Oceans

angenommen werden kann. Ebenso ist das Klima der Ostküsten unter den nördlichen Breiten beider Kontinente in mehrfacher Beziehung ähnlicher, als das von Japan und Kalifornien. Das Gemeinsame besteht darin, dass in beiden Fällen die Polarwinde über das Meer, die äquatorialen über das Festland kommen, und aus diesem Grundverhältniss lassen sich die bedeutendsten klimatischen Gegensätze der Ost- und Westküsten befriedigend ableiten. Es ist daher begreiflich, dass die Floren der Ostküsten einander ähnlicher sind, als die von Ost- und Westküsten, auch ohne dass irgend ein Austausch zwischen ihnen stattgefunden hat. Bei den identischen Arten von weiter oder lückenhafter Verbreitung haben wir dagegen die Aufgabe, den Mitteln, die zu ihren Wanderungen dienten, nachzuforschen, wenn wir an der Einheit ihrer Entstehungsorte festhalten.

Bleiben wir indessen nur bei diesen letzteren stehen, so hat Asa Gray auch für diese ein Problem aufgestellt, welches, wenn es thatsächlich begründet wäre, die Ansichten über die ursprünglichen Wanderungen der Pflanzen bedeutend beeinflussen müsste. Er meint nämlich, dass mit den heute wirksamen Kräften ein Austausch zwischen Japan und den vereinigten Staaten nicht möglich sei, und dass daher geologische Veränderungen allein dazu dienen könnten, die Gemeinsamkeit ihrer Erzeugnisse zu erklären, wobei auch er natürlich immer die Einheit der Entstehungsorte voraussetzt. Pflanzen, die das östliche Waldgebiet Nordamerikas bewohnen, können sich nicht über die Behringsstrasse und die Aleuten verbreiten, weil sie das dortige Klima nicht ertragen, und, wenn sie nun auch in den Staaten des Westens, in Kalifornien und am Oregon, fehlen, können sie auch nicht über das stille Meer nach Japan gelangt oder von da eingewandert sein. Diese Verbindungen setzen daher nach der Meinung Asa Gray's Aenderungen des Klimas voraus, die einer geologischen Vorzeit angehören, und deren Annahme in den vegetabilischen Ueberresten der Tertiärperiode ihre Begründung finde. In den miocenischen Schichten von Vancouver⁴⁹⁾ sind Holzgewächse (Palmen, Laurineen, Ficus) nachgewiesen, die jetzt die Westküsten Amerikas in diesen Breiten nicht mehr bewohnen, wohl aber in Japan ihre Analogieen besitzen, und unter diesen einige, die von Bäumen der südlichen atlantischen Staaten nicht zu

unterscheiden sind (z. B. *Persea carolinensis*). Zu dieser Zeit, ist die Schlussfolgerung Asa Gray's, konnten demnach Wanderungen über alle Meridiane zwischen den Ostküsten beider Kontinente stattfinden, die jetzt nicht mehr möglich sind. Ich kann hierin doch nichts erkennen, als die allgemeine geologische Thatsache, dass die klimatischen Absonderungen der Erde durch alle früheren Zeitalter hindurch allmählig fortgeschritten und die einzelnen Floren erst nach und nach bestimmter individualisirt worden sind. Wanderungen konnten daher allerdings in früheren Perioden über weitere Räume sich erstrecken, als gegenwärtig. Dass aber wirklich die hentige Vegetation ein so hohes Alter habe, steht doch nicht so fest, als dass man nicht versuchen müsste, andere Erklärungen aufzufinden, die sich auf die in der Gegenwart wirkenden Kräfte einschränken.

Eine genauere Untersuchung der wirklich identischen Arten in Japan und Nordamerika führt mich vielmehr dahin, nur in wenigen Fällen Wohngebiete anzunehmen, deren Lücken unerklärlich wären. Schon Miquel's Verzeichniss zeigt eine weit geringere Uebereinstimmung zwischen Nordamerika und Japan, als zwischen Japan und anderen Floren der alten Welt, selbst den europäischen. Aber dasselbe muss noch bedeutend reducirt werden. Unter 81 Arten, die Miquel für identisch erklärt, und die allerdings in Alaska nicht bestehen können, finde ich 41, die auch im Westen Nordamerikas einheimisch sind und also noch täglich ihre Samen über das stille Meer ausstreuen können. 17 Arten sind nach meiner und anderer Botaniker Ansicht nicht identisch oder zweifelhaft und gehören sicher zum Theil in die Reihe der vikariirenden Arten. Unter den noch übrigen 23 Arten finde ich 21, die ein nördliches Klima ertragen und namentlich auch in Kanada allgemein vorkommen⁵⁰). Nun aber reicht das Waldgebiet im Norden der Prairien über die ganze Breite des Kontinents, und da die Gegenden des Oregon nicht so genau erforscht sind, als die östlichen Vereinstaaten, so ist wohl anzunehmen, dass wenigstens die meisten jener 21 Arten im Westen noch aufgefunden werden. Von den beiden noch übrigen ist die eine (*Elodea petiolata*) eine Sumpfpflanze, der als solcher eine grössere Wanderungsfähigkeit zukommt, die andere (*Carex rostrata*) bewohnt die Gebirge der Ostküste, die White Mountains, und über

ihre Verbreitung sind weitere Forschungen abzuwarten. Ich glaube daher schliessen zu dürfen, dass die Uebereinstimmung zwischen den vereinigten Staaten und Japan nicht grösser ist, als sie nach Lage und Klima vorauszusetzen war, und dass der Austausch, der hier stattgefunden, durch die gegenwärtig fortwirkenden Kräfte der Natur herbeigeführt sein könne.

Quellenschriften und Erläuterungen.

Die natürlichen Floren.

1. Statt des früher gebrauchten Ausdrucks »Schöpfungscentrum« nenne ich jetzt die Orte, wo eine bestimmte Pflanzenart als entstanden gedacht wird, Vegetationscentren, weil man an der ersteren Bezeichnung Anstoss genommen hat, als sollte damit irgend etwas über die Art und Weise der Entstehung von Organismen ausgesagt sein. Ich wenigstens habe unter einem Schöpfungsacte nie etwas Anderes verstanden, als eine Wirkung von Naturgesetzen, die unserer näheren Kenntniss bis jetzt entzogen ist. Bentham schlägt vor die Vegetationscentren als Erhaltungsräume aufzufassen, wenn sie, wie auf oceanischen Inseln, im ursprünglichen Zustande verharret sind, eine Vorstellungsweise, mit der man sich wohl befreunden kann (vergl. Bentham, *géographie des êtres vivants* in *Ann. sc. nat.* V. 11. p. 317).

2. Grisebach, die geographische Verbreitung der Pflanzen Westindiens, S. 67.

3. Grisebach, der gegenwärtige Standpunkt der Geographie der Pflanzen (Behm's geographisches Jahrbuch, 1. S. 401).

4. Wallace, *the law which has regulated the introduction of new species* (*Ann. nat. hist.* II. 16. p. 185. 1855).

5. Kerner, die Abhängigkeit der Pflanzengestalt von Klima und Boden, S. 30: die meisten Pflanzen der Ebene, welche dieser Botaniker in alpinen Höhen bei Innsbruck angepflanzt hatte, erlagen dem Klima, und die übrigen zeigten nur sehr unbedeutende Veränderungen.

6. Humboldt, Physiognomik der Gewächse (Ansichten der Natur. 3. Ausgabe. S. 1—248).

7. Eine weitere Ausführung der von Humboldt begründeten und hier nur angedeuteten Normen, nach denen die natürlichen Floren darzustellen sind, habe ich an einem anderen Orte zu geben versucht (*Biographie Humboldt's*).

I. Arktische Flora.

1. Die Schneelinie ist in Spitzbergen, wie in anderen Polarländern, grossen Schwankungen unterworfen. Malmgren schätzt sie unter 80° N. B. auf 1000' (Peterm. Mitth. f. 1863. S. 401); unter 77° bestimmten sie Dunér und Nordenskiöld auf 1400' (Behm's geogr. Jahrbuch, 1. S. 258). Die Schneegrenze in Island (64°) ward erst bei 2880' erreicht (das.) und in Grönland ($61-73^{\circ}$) fand sie Rink, ohne dass die geographische Breite auf ihr Niveau von sonderlichem Einfluss war, zwischen 2000 und 3000' (Rink Grönland: naturhistorische Bidrag, S. 169).

2. In Spitzbergen sollen an einem einzigen Fjord, dem Eisfjord (78°) während des Sommers von 1861 4-600 Renntiere erlegt worden sein (Malmgren a. a. O. S. 49). Auf der Melville-Insel beobachtete schon Parry das reich entwickelte Leben grosser Landthiere, des *Bos moschatus* und des Rennthiers (*Journ. of a voyage for the discovery of a North West passage*): diese Nachrichten wurden auf den Expeditionen zur Aufsuchung Franklin's vielfach bestätigt gefunden, und ebenso auf Koldewey's Reise nach der Ostküste Grönlands im J. 1870.

3. Die tiefste Mitteltemperatur, die man in den Polarländern kennt, ist an der Nordwestküste Grönlands, in Rensselaers Hafen im Smith's Sund ($78\frac{1}{2}^{\circ}$) von Kane beobachtet: sie wurde zu $-15^{\circ},3$ R. berechnet (*Kane, meteorol. observations in the Arctic seas, Smithsonian Contributions Vol. 11*). Auf der Melville-Insel (75°) beträgt die mittlere Wärme nach Parry $-13^{\circ},7$ (Dove's Temperaturtafeln, S. 13): die des Sommers wurde zu $+2^{\circ},3$ bestimmt, wovon auf den Juni $+1^{\circ},9$, den Juli $+4^{\circ},6$ und den August $+0^{\circ},3$ kommen.

4. Middendorff, Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens. I. Klimatologie; vergl. Jahresb. f. 1847. S. 32. Später (IV. 1. S. 500) nahm der Verf. sogar eine Mächtigkeit des sibirischen Eisbodens bis zu 1000' an.

5. *Richardson, Arctic researching expedition*; vergl. Jahresb. f. 1851. S. 50.

6. Schrenk, Reise nach dem Nordosten des europäischen Russlands; vergl. Jahresb. f. 1850. S. 3.

7. Lange, Översigt over Grönlands Planter (in Rink's Grönland). Wiewohl die grönländische Ostküste wegen ihrer Unzugänglichkeit so wenig bekannt ist, so wird doch hier bereits (nach den Sammlungen J. Vahl's und nach den Angaben Graah's) nachgewiesen, dass von 320 Gefässpflanzen der grönländischen Flora 101 Arten an beiden Küsten vorkommen. Hiebei sind noch 28 Arten der Ostküste übergangen, die, von Scoresby gesammelt, in dessen Reisewerke von W. Hooker angeführt werden. Rechnet man die von Kane entdeckten 21 Arten hinzu, welche Durand bestimmte, sowie 3, welche nur an der Ostküste von Scoresby

gefunden wurden, so beträgt die Summe der bis jetzt aus Grönland bekannten Pflanzen 344, wovon 126 an beiden Küsten nachgewiesen sind.

8. *Scoresby, Journal of a voyage to the Northern Whale fishery* p. 103. 178. 204. Die Berge an der Ostküste wurden zwischen 71° und 75° N. B. durchschnittlich auf 3000' geschätzt, aber sie trugen nur wenig Schnee, weniger, als in Spitzbergen; nur 2 oder 3 Gletscher wurden bemerkt. Völlig abweichend erschien dem Reisenden das Land am Scoresby-Sund (70°), niedrig, wellenförmig gebaut, völlig schneefrei, der Boden reich mit fusshohem Grase bekleidet, stellenweise den schönsten Wiesen Englands gleichend. Und doch ist diese Küste wegen des mit der arktischen Strömung an ihr vorüberziehenden Treibeises fast nie zu erreichen. Die von Koldewey 1870 entdeckten hochalpinen Berge und Gletscher am Franz Joseph's Fjord liegen zwischen 73° und 74° N. B.

9. *Osborn, stray leaves from an Arctic Journal*, p. 302. Die Polarfahrer unterscheiden drei Hauptformen der im Meere schwimmenden Eismassen, die Eisberge, die Eisfelder und das Packeis. Die Eisberge stammen von den Gletschern des Festlands und sind daher eine reine Süßwasserbildung; sie erreichen ein sehr beträchtliches Volumen (Ross sah sie bis 1000' hoch) und kommen grösstentheils von der grönländischen Westküste, da die übrigen Polarländer zu niedrig sind oder wenigstens keine grossen Gletscherfragmente in das Meer entladen: auch bei Spitzbergen bilden sich keine eigentliche Eisberge (nach Torrell in *Peterm. Mitth.* 1861. S. 53: alle grösseren Gletscher erreichen daselbst zwar das Meer, aber in das Meer fallen nur Schollen von ihrem Eise). Im antarktischen Meere sind die Eisberge allgemein, im atlantischen an bestimmte Meridiane gebunden. Die Eisfelder sind das Erzeugniss des Meerwassers während eines Winters und haben ihren Ursprung an allen eisumsäumten Küsten. Dieses Eis hat gewöhnlich nur eine Dicke von 8—10' und löst sich im Sommer vom Festlande ab, dessen Küste es zusammenhängend umsäumt, wird nun zu grossen Eisfeldern und kleineren Schollen zertrümmert, folgt den Strömungen und gelangt zuletzt, ebenso wie die Eisberge, in das atlantische Meer. Was man die feste Eisbarriere des Meers im hohen Norden genannt hat, ist nichts wie dieses Treibeis, dieser breite, aber mit Eisfeldern erfüllte arktische Strom, der von Sibirien aus die Nordseite Spitzbergens berührt, längs der Ostküste Grönlands nach Süden fliesst und häufig von offenen, aber wandelbaren Wasserflächen (den Polynien) unterbrochen ist. Solche Strömungen bieten also im Grossen ein ähnliches Schauspiel, wie der Eisgang der Flüsse im Frühling. Wo sie einer entgegengesetzten, warmen Strömung begegnen, was namentlich in der karischen Pforte, zwischen Nowaja Semlja und Spitzbergen, sowie im Smith's Sund der Fall ist, stauen sich die Eisfelder, schmelzen im Sommer unvollständig oder werden, wo dies möglich ist, in andere Richtungen abgelenkt. Wo sie sich aber stauen oder wegen der grossen Entfernung vom offenen Meere nicht rasch genug sich bewegen, um das Eis in einem einzigen kurzen Sommer fortzu-

schaffen, da schieben Sturm und Wogen die Eisfelder leicht von den Rändern aus über einander, ihr Gewicht vermehrt sich, tiefer tauchen sie ein, verstärken sich durch neuen Frost und so entsteht das Packeis (Peterm. Mitth. 1855. S. 107), dessen einzelne Erhöhungen Torosse (Hammocks) genannt werden. Wrangel gab eine anschauliche Schilderung von dem grossartigen Schauspiel dieser Bildungen in den Stürmen des Meers (Reise längs der Nordküste von Sibirien, 2. S. 250). Die Torosse erreichen zuweilen eine Dicke, die der der Eisberge nicht erheblich nachsteht, nämlich von 100—200', wovon etwas weniger als die halbe Höhe, wenn sie schwimmen, eintaucht. Die Gegenden, wo diese perennirenden Eisbildungen im grössten Massstabe stattfinden, liegen zu beiden Seiten vom Meridian der Behringstrasse, in dem Raume zwischen den Parry-Inseln und Neusibirien die Küstenlinien begleitend, und Osborn bemerkt, dass gerade die Anhäufung der Torosse in diesem Theile des Eismeers den Beweis liefere, dass mit dem stillen Meere keine Verbindung durch Strömungen stattfinde. Aus diesen Meridianen kann das Eis daher, wenn es nicht an Ort und Stelle bleibt, nur allmählig entweder in den arktischen Strom Sibiriens und Grönlands oder in den der Barrowstrasse und Bafinsbai übergehen, woraus es erklärlich ist, dass Wrangel die Strömungen an der Nordostküste Sibiriens nach der Jahreszeit wechselnd fand, im Sommer westlich, im Herbste östlich (Reise 2. S. 254), je nachdem in der asiatischen oder der amerikanischen Richtung der Abfluss mehr erleichtert war.

10. Petermann, geogr. Mitth. f. 1867. S. 184. Die warme, grönländische Strömung zweigt sich unter 50° N. B. vom Golfstrom ab und ist über die Melvillebai hinaus bis Smith's Sund (78½°) nachgewiesen.

11. Middendorff, a. a. O. IV. 1. S. 566: hiernach liegt die ziemlich unregelmässig durch das Samojeedenland verlaufende Baumgrenze zwischen der Mündung des Mesen und dem Ural durchschnittlich unter 66°: nach Gr. Keyserling (Beobachtungen auf einer Reise in das Petschoraland. Karte) und Schrenk (a. a. O.) wurde früher die etwas höhere Breite von 67° N. B.) angenommen (Jahresb. f. 1850. S. 4).

12. Die Baumgrenzen wurden am Jenisei und im Taimyrlande von Middendorff (das. I., vergl. Jahresb. f. 1847. S. 37), an der Lena von Wrangel (a. a. O. Karte), an der Behringstrasse von Seemann (*Journ. of Botany*, 2. p. 181 und *Voyage of the Herald*, 1. p. 11) beobachtet (letztere an der asiatischen Küste unter 64°, an der amerikanischen unter 66° 44'). Die Bestimmungen am Bärensee und an der Küste der Hudsonsbai rühren von Richardson her (a. a. O.).

13. Arktische Monatswärmen über dem Gefrierpunkte (die drei grönländischen aus Rink a. a. O. S. 154, die von Spitzbergen und Island aus Dove's Temperaturtafeln, S. 12).

Spitzbergen (80° N. B.) Juni 0° 8; Juli 1° 8; August 0° 8.

Upernivik (73° N. B.) Juni 2° 2; Juli 3° 5; August 2° 6; Septbr. 0° 01.

Jakobshavn (69° N. B.) Mai 0° 2; Juni 4° 2; Juli 5° 9; August 4° 6; September 1° 1.

Godthaab (65° N. B.) Mai 1⁰,0; Juni 4⁰,0; Juli 6⁰,4; August 5⁰,5;
September 3⁰,0.

Eyafjord (66½° N. B.) Mai 1⁰,8; Juni 5⁰,1; Juli 6⁰,6; August 6⁰,6;
September 5⁰,0.

Reikiavik (64° N. B.) April 2⁰,0; Mai 5⁰,7; Juni 8⁰,7; Juli 10⁰,7;
August 9⁰,3; September 6⁰,4; Oktober 2⁰,2.

Monatswärme über dem Gefrierpunkte in der alpinen Region der Alpen (Dove a. a. O. S. 20):

Bernhardshospiz (7670'). Mai 1⁰,8; Juni 3⁰,9; Juli 5⁰,4; August 5⁰,4;
September 3⁰,0.

14. Schrenk, a. a. O. S. 254. 271 (vergl. Jahresb. f. 1850. S. 6).

15. Die meteorologischen Beobachtungen Kane's in Rensselaers Hafen umfassen 16 Monate und wurden von C. A. Schott bearbeitet (*Smithsonian contributions*, Vol. 11). Von den Monatswärmen dieses kältesten Punktes der bekannten Erde (Note 3) kommen hier in Betracht (p. 29): Juni — 0⁰,8; Juli + 2⁰,7; August — 0⁰,2; Sommer + 0⁰,5. Der kälteste Monat war der März — 29⁰,7, die mittlere Temperatur der drei Wintermonate betrug — 26⁰,9.

Zur Vergleichung dienen folgende arktische Sommerwärmen (Note 13): Spitzbergen (80°) + 1⁰,1; Insel Melville (74½°) 2⁰,3; Upernivik (73°) 2⁰,7; Nowaja Semlja (73°) 2⁰,9; Jakobshavn (69°) 4⁰,9; Godthaab (65°) 5⁰,4; Eyafjord (66½°) 6⁰,1);

ferner die Sommerwärme an und in der Nähe (innerhalb) der Baumgrenze: Ustjansk in Sibirien (71°) 8⁰,1; Alten in Lappland (70°) 9⁰,5; Archangel (64°) 13⁰,2;

endlich die Sommerwärme der alpinen Region der Alpen, die im Bernhardshospiz 4⁰,9 beträgt.

Kane's Messungen der Insolation mit dem geschwärzten Thermometer (p. 43 u. f.) sind, soweit dies erforderlich schien, im Texte angegeben.

16. *Lindsay, Flora of Iceland* (*Edinburgh New Philos. Journ.* 1861.

14. p. 64). — Von Hooker's Zählungen (*J. Hooker, outlines of the distribution of Arctic plants in Transact. Linn. soc.* Vol. 23. p. 273) konnten die europäischen und asiatischen nicht benutzt werden, weil Hooker's Gebiet der arktischen Pflanzen nicht unserer arktischen Flora, sondern dem geographischen Begriffe der Polarzone entspricht, also weit in das Waldgebiet übergreift. Aus Amerika (jenseits des Polarkreises, mit Ausschluss von Grönland) kennt er 465 Arten, von denen 98 östliche Arten nur diesseits, 86 westliche nur jenseits der Mackenzie gefunden wurden.

Die im Texte angegebenen Ziffern für den Reichthum an Arten sind aus folgenden Quellen entlehnt: Floren von Grönland (s. Note 7), Samojedenland (Schrenk a. a. O.), Taimyrland (Middendorff a. a. O.), Spitzbergen (Malmgren in Petermann's geogr. Mitth. f. 1863. S. 48), Melville-Insel im Parry-Archipel (Hooker a. a. O. p. 255).

Baer sammelte in Nowaja Semlja gegen 90 Arten von Gefäss-

pflanzen, womit aber bei der Kürze seines Aufenthalts die Flora nicht erschöpft sein wird.

17. Baer (a. a. O. p. 175). Bei einer grossen Zahl der in Nowaja Semlja vorkommenden Pflanzen trocknen die Blätter durch Verdunstung aus, statt abgeworfen zu werden und zu verwesen, entfärbt bleiben sie mit dem Stengel lange Zeit in Verbindung, wie dies von vielen Saxifragen bekannt ist.

18. Sachs, Experimental-Physiologie der Pflanzen, S. 56. 62.

19. Martins, *Voyage botanique le long des côtes septentrionales de la Norvège*, p. 79.

20. Baer (a. a. O. p. 189. 179).

21. Baer, Nachrichten über (sein) Leben, S. 554.

22. Die Sommerwärme in Reikiavik beträgt 9^o,6 (Monatswärmen s. Note 13), in Alten 9^o,5 (Juli 10^o,2; August 10^o,4; nach Dove's Temperaturtafeln).

23. Martins, *essai sur la végétation de l'archipel de Féroe: in Voyages de la Recherche. Géogr. phys.* 2. p. 393, vergl. Jahresb. f. 1847. S. 11.

24. Heer, *Flora fossilis arctica*, die fossile Flora der Polarländer. Heer charakterisirt etwa 78 arktische Baumarten, unter denen die häufigsten und am meisten verbreiteten zu folgenden Gattungen gehören: *Taxodium* u. *Sequoia*, *Populus* (2 Arten), *Alnus*, *Corylus*, *Fagus*, *Quercus*, *Platanus*. Die beiden Coniferen sind vielleicht mit *Taxodium distichum* und *Sequoia sempervirens* identisch (nach Heer's eigener Angabe bei Saporta: *analyse de l'ouvrage de Mr. Heer in Ann. sc. nat.* V. 9. p. 111); eine der Pappeln nähert sich der *P. tremula*, die andere sibirischen Arten; der Nussbaum ist nahe verwandt mit *C. Avellana*, eine Buche mit *F. sylvatica*, die Platane mit *P. occidentalis*.

25. Heer, über die Polarländer, S. 23.

26. Baer (*Bullet. scientif.* 3. p. 133).

27. Baer (das. p. 188): die beiden Pflanzen, die schon auf die Bodenwärme von + 1^o reagirten, waren *Oxyria digyna* und *Ranunculus nivalis*.

28. Zu den häufigsten Arten der arktischen und alpinen Erdlichenen gehören nach Richardson's Beobachtungen im arktischen Amerika und nach den meinigen auf den Fjelden Norwegens folgende:

Form der Rennthierflechte. *Cladonia rangiferina* (grau), *Evernia ochroleuca* (gelblich grau), *Cetraria aculeata* (kastanienbraun), *C. tristis* (schwarz);

Form der Cladonien. *Cladonia uncialis* (weisslich grau);

Form der isländischen Flechte. *Cetraria islandica* (braun), *C. nivalis* (gelblich weiss).

29. Grisebach, über den Einfluss des Klimas auf die Begrenzung der Floren (*Linnaea*, 12. S. 183); Schouw, Pflanzengeographie, S. 489.

30. Baer (a. a. O. p. 175). Die Stauden, die nach ihren Blütenfarben geordnet auf Nowaja Semlja als herrschende Bestandtheile der

arktischen Matten genannt werden, sind folgende: purpurfarbig *Silene acaulis* und *Saxifraga oppositifolia*, blau *Myosotis villosa* und *Polemonium*, gelb *Draba alpina* und *Ranunculus*, weiss *Cerastium*, hellroth *Parrya* und *Primula farinosa*.

31. Seemann (*Hooker, Journ. of Bot.* 2. p. 161, vergl. Jahresh. f. 1849. S. 52).

32. Babington (*Annals of nat. hist.* 20. p. 30, vergl. Jahresh. f. 1847. S. 6).

33. Baer (a. a. O. p. 184).

34. Behm, geogr. Jahrbuch, 1. S. 258.

35. Ruprecht, Verbreitung der Pflanzen im nördlichen Ural (Beiträge zur Pflanzenkunde des russischen Reichs, Bd. 7: vergl. Jahresh. f. 1850. S. 5).

36. Ebel, geographische Naturkunde von Island (Jahresh. f. 1850. S. 24).

37. Rink, geographiske Beskaffenhed af Nordgrønland, S. 28 (Jahresh. f. 1852. S. 68).

38. J. Hooker, *distribution of Arctic plants* a. a. O. p. 269. 271. 276. Die einzigen grönländischen Pflanzen, die im alten Kontinent nicht vorkommen, sondern amerikanischen Ursprungs zu sein scheinen, sind *Vesicaria arctica*, *Draba aurea*, *Arenaria groenlandica*, *Potentilla tridentata*, *Saxifraga tricuspidata* u. *Erigeron compositus*.

39. Darwin, *origin of species*, p. 365.

40. Baer (a. a. O. S. 180).

41. Hayes, *the open polar sea*. Durand hatte die von Hayes gesammelten Pflanzen bearbeitet (*Proceedings Acad. Philadelphia*, 1863), aber Malmgren zeigte, dass die Ausbeute zum Theil aus südlicheren Gegenden Grönlands herrührte. Hayes selbst giebt nun ein neues Verzeichniss (abgedruckt in Peterm. Mittheil. 1867. S. 200) und bemerkt dazu, dasselbe enthalte die Floren der Gegenden nördlich vom Whalesund, die Mehrzahl der (53) Pflanzen sei bei Port Foulke (78°) gesammelt. Die einzige, von Durand als dem Smithsund eigenthümliche Pflanze beschriebene Pflanze, die er *Pedicularis Kanei* nannte, wird von Hooker zu der grönländischen *P. Langsdorffii* Fisch. (*P. sudetica* var. *Hook.*) gezogen.

42. Christ, die Verbreitung der Pflanzen der alpinen Region der europäischen Alpenkette, S. 13 (vergl. Jahresh. in Behm's Jahrb. 2. S. 197).

43. Die isländischen, in Grönland fehlenden Bestandtheile der arktisch-alpinen Flora sind: nach ihrer wahrscheinlichen Herkunft sibirisch *Pinguicula alpina* u. *Gentiana tenella*, schottisch *Gentiana verna*, norwegisch *Saxifraga Cotyledon*, pyrenäisch *Plantago alpina*. Die in Lindsay's Katalog der isländischen Flora ausser diesen noch erwähnte *Gentiana bavarica* ist daselbst schwerlich wirklich vorhanden.

44. Lindsay, *Flora of Iceland* (a. a. O. p. 57).

45. Martins, *du Spitzberg au Sahara*. Deutsche Ausgabe, 1. S. 100.

Grisebach, *Vegetation der Erde*. I.

Die in Grönland nicht beobachteten Pflanzen Spitzbergens sind folgende: in Asien einheimisch *Parrya arctica*, *Arenaria Rossii*, *Nardosmia frigida*, *Hierochloa pauciflora*; daselbst und im Samo jedenlande *Saxifraga hieracifolia*, *Salix polaris*; im Samo jedenlande und im arktischen Amerika nachgewiesen *Dupontia Fischeri*; systematisch zweifelhaft oder geographisch unbestimmt sind *Draba pauciflora* R. Br., *Poa stricta* Lindeb., *Glyceria angustata* Malmgr., *Catabrosa vilfoidea* Anders.

46. Die arktische Flora, nach ihrem reineren Gepräge aufgefasst, vertheilt sich in weniger als 50 Familien. Die artenreichsten derselben bilden folgende Reihe (die Verhältnisszahlen sind grossen Schwankungen unterworfen: Hooker a. a. O. p. 276): Cyperaceen etwa 10 Procent, Gramineen 10, Cruciferen 8, Caryophylleen 7, Ranunculaceen 5, Rosaceen 5, Saxifrageen 5, Ericaceen 5, Synanthereen 4 Pr.

Die Schätzung der arktischen Gefässpflanzen gründet sich auf folgende Daten:

Hooker's Katalog der jenseits des Polarkreises nachgewiesenen Gefässpflanzen enthält	806 Arten
ist nach meiner Ansicht von der Zahl selbständiger Arten, die hier als Varietäten bezeichnet sind, zu erhöhen um	119 „
	<hr/>
	925 „

Von diesen sind diejenigen, welche das Waldgebiet bewohnen, ohne in der arktischen Flora nachgewiesen zu sein, abzusetzen; ich schätze dieselben auf . . . — 413 „

Hinzuzufügen sind die isländischen Pflanzen, welche jenseits des Polarkreises nicht nachgewiesen sind; dies sind die in Lindsay's isländischem Katalog enthaltenen und bei Hooker fehlenden Arten + 169 „

Summe 681 „

47. Als endemische und selbständige Arten der arktischen Flora betrachte ich folgende:

<i>Draba corymbosa</i> R. Br.	<i>Chrysanthemum integrifolium</i> Rich.
<i>Parrya arenicola</i> Hook. (Amerika).	(Amerika).
<i>Cochlearia fenestrata</i> R. Br.	<i>Artemisia androsacea</i> Seem. (Amerika).
<i>Braya glabella</i> Rich.	
„ <i>pilosa</i> Hook. (Amerika).	„ <i>Steveniana</i> Bess. (Asien).
<i>Astragalus polaris</i> Benth. (Amerika).	<i>Arnica alpina</i> Laest.
<i>Potentilla pulchella</i> R. Br.	<i>Pedicularis groenlandica</i> Retz.
„ <i>tridentata</i> L. (Grönland u. Labrador).	<i>Monolepis asiatica</i> F. M. (Asien).
<i>Saxifraga sileniflora</i> Sternb. (Amerika).	<i>Salix glacialis</i> Anders. (Amerika).
„ <i>Richardsonii</i> Hook. (Amerika).	<i>Dupontia Fischeri</i> R. Br.
	<i>Deschampsia brevifolia</i> R. Br.
	<i>Pleuropogon Sabini</i> R. Br. (Melville).
	<i>Atropis angustata</i> Gr.
<i>Nardosmia glacialis</i> Led. (Asien).	<i>Festuca Richardsonii</i> Hook. (Amerika).

48. Christ (a. a. O. S. 16).

49. Hooker (a. a. O. p. 256).

50. Anordnung der Monotypen, deren (in einigen Fällen problematische) Heimath durch gesperrte Schrift angedeutet wird:

	Arktisches Gebiet.	Alpine Regionen.	Waldgebiet.
Caryophylleen. <i>Merckia</i> .	Nordwestl. Amerika. Tschuktschenland.	Kamtschatka.	
Ericen. <i>Osmothamnus</i> .	Asien.	Altai, Stanowoi.	
<i>Diapensia</i> .	Amerika. Tschuktschenland. Samojedenland. N. Semlja, Grönland.	Nordamerika. Altai. Skandinavien.	
Scrophularineen. <i>Gymnandra</i> .	Asien. Samojedenland. Amerika.	Altai. Himalaja.	
Primulaceen. <i>Dodecatheon</i> .	Amerika. Tschuktschenland.	Nordamerika. Nordamerika.	
<i>Douglasia</i> .	Amerika.	Rocky Mountains.	
Polygoneen. <i>Koenigia</i> .	(Asien.) Samojedenland. Spitzbergen. Grönland. Amerika.	Altai. Himalaja. Rocky Mountains.	
Chenopodeen. <i>Monolepis</i> .	Asien.	(Rocky Mountains.)	
Gramineen. <i>Pleuropogon</i> .	Ins. Melville.		
<i>Dupontia</i> .	Amerika. Tschuktschenland. Spitzbergen. Grönland. Europa.		

Dass bei *Koenigia* und *Monolepis* die problematische Heimath eingeklammert ist, bezieht sich darauf, dass diese Gattungen daselbst noch nicht nachgewiesen sind, sondern nur aus der Gesamtverbreitung auf den Ausgangspunkt ihrer Wanderungen geschlossen wird: bei den ersteren nach Massgabe der Meeresströmungen, bei den letzteren, weil die Stammart am Missouri in der Nähe der Rocky Mountains wächst.

51. Heer, *Flora fossilis arctica* (bei Saporta a. a. O. p. 89).

52. Die nach Hooker im arktischen Amerika vorkommenden amerikanischen Gattungen sind:

<i>Sarracenia</i> (Sarraceniacee),	<i>Kalmia</i> (Ericacee).
<i>Mitella</i> (Saxifragee),	<i>Eutoca</i> (Hydrophyllacee),
<i>Heuchera</i> („ „),	<i>Shepherdia</i> (Elaeagnacee),
<i>Helenium</i> (Synantherece),	<i>Comandra</i> (Santalacee),
<i>Grindelia</i> („ „),	<i>Zygadenus</i> (Melanthacee),
<i>Troximon</i> („ „),	<i>Sisyrinchium</i> (Iridee).

II. Waldgebiet des östlichen Kontinents.

1. Kittlitz, vierundzwanzig Vegetations-Ansichten von Küstenländern und Inseln des stillen Oceans. Text, S. 53 (Jahresb. f. 1844. S. 36).

2. In Regel's Flora des Ussuri-Gebiets (p. 211), einer Landschaft, die im Süden des Amur an der äussersten Grenze Ostsibiriens gegen China liegt, sind 569 Gefässpflanzen aufgezählt, von denen etwa 38 Procent auch in Europa vorkommen.

3. Asa Gray, *Statistics of the Flora of the Northern United States*, p. 9 (*American Journ. of science*, 1856): unter 2091 verglichenen Phanerogamen findet der Verf. 321 europäische Arten.

4. Grisebach, die Vegetationslinien des nordwestlichen Deutschlands (Göttinger Studien, 1847).

5. Sendtner, die Vegetations-Verhältnisse Südbayerns, S. 197.

6. Bode, Verbreitungsgrenzen der Holzgewächse des europäischen Russlands (Beiträge zur Kenntniss des russischen Reichs, von Baer u. Helmersen, Bd. 18. Taf. 1). Die Südostgrenze von *Calluna* verläuft von Chotim am Dniester über Kaluga und Kasan zum Ural, und schneidet der Reihe nach die Nordostgrenzen von *Fagus* (unweit Brody), *Acer pseudoplatanus* (Kiew), *Carpinus Betulus* (Ukraine), *Fraxinus* (Wolga), *Quercus pedunculata* (östlich von Kasan).

7. In Alten (70°), in der Nähe der lappländischen Baumgrenze steigt die mittlere Wärme nur in den drei Sommermonaten auf und über 8° R. Juni 8°, Juli 10°, August 10°: Dove, Temperaturtafeln S. 34). Martins bestimmte daselbst im J. 1839 die fünftägigen Mittel während des Frühjahrs und Sommeranfangs. Damals trat schon Mitte Mai eine höhere Temperatur ein (16—20. Mai: 8°, 9°), die aber nach einer kälteren Periode erst im Juni (6—10. Juni: 8°, 6°) dauernd über 8° sich hob (*Voyage botanique lelong les côtes de la Norvège*, p. 87). In der Nähe der durch die Lärche gebildeten Baumgrenze des Taimyrlandes (71° N. B.) ist die Periode, während welcher das Thermometer über 8° steht, kürzer (Juni 10°, 5°, Juli 7°, 5°, August 8°, 5°), in Jakutsk (62°) dauert dieselbe, wie in Alten drei Monate, ist aber von einer höheren Wärme begleitet (Juni 10°, Juli 13°, 5°, August 11°: Middendorff, Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens. IV. 1. S. 367). Ob die Verkürzung der Vegetationszeit der Lärche im Taimyrlande nur auf der eigenartigen Natur dieses Baums beruht, oder ob die Insolation und die Tageslänge dabei von Einfluss sind, kann erst ermittelt werden, wenn klimatische Messungen an den Baumgrenzen südlicher Gebirge zur Vergleichung vorliegen.

8. Middendorffa. a. O. S. 532.

9. Das. S. 657.

10. Radde, Reisen im Süden von Ostsibirien (Beiträge zur Kenntniss des russischen Reichs, Bd. 23. S. 118). Am Sajan (der östlichen

Fortsetzung des Altai) wurden Lärchen von 7 Fuss Höhe beobachtet, deren Belaubung (also jenseits der eigentlichen Höhengrenze des Baums) nur etwa 7 Wochen (2. Juli bis 17. August) dauerte.

11. Middendorff a. a. O. S. 657. Wenn der Verf. meint, dass auf die Verkürzung der Vegetationszeit wenig ankomme, und dass die Abnahme der Sommerwärme im hohen Norden des Taimyrlandes auf die Lage der Baumgrenze von grösserem Einflusse sei, so ist dagegen zu erinnern, dass, wenn mehrere klimatische Bedingungen zu erfüllen sind, die eine gerade so wichtig und nothwendig ist, wie die andere. Die Verkürzung der Vegetationszeit ist allerdings auch nur eine Wirkung der gesunkenen Sommerwärme, aber physiologisch betrachtet, ist die längere Dauer derselben eine ebenso selbständige Bedingung des Baumlebens, als die Höhe der Temperatur, bei welcher es erwacht.

12. In Jakutsk (s. o. 7) beträgt nur in den drei Sommermonaten die mittlere Wärme jedes einzelnen über 8° R.; in Bordeaux hat schon der März $8^{\circ},6$ und der Oktober noch $11^{\circ},6$ Mittelwärme, die dazwischen liegenden sechs Monate entsprechen der Reihe $10^{\circ},7$, $12^{\circ},8$, $15^{\circ},5$, $18^{\circ},3$, $18^{\circ},3$, $15^{\circ},6$ (Dove, Temperaturtafeln, S. 18); in Königsberg hält sich die Wärme 5 Monate lang (Mai-September) über 8° (das. S. 28).

13. Grisebach, Einfluss des Klimas auf die Begrenzung der natürlichen Floren (*Linnaea*, 12. S. 193 u. f.).

14. Becquerel, *mémoire sur les forêts et de leur influence climatique* (*Mém. de l'Institut*. T. 35. 1866. p. 491).

15. Dove, über die Veränderlichkeit der Temperatur der Atmosphäre (Abh. der Berliner Akad. f. 1866. S. 98); über das Klima von Nord-Amerika (Klimatologische Beiträge, 1. S. 16).

16. Dove, die Verbreitung der Wärme, erläutert durch Karten der Monats-Isothermen (Berlin, 1852).

17. Grisebach, Vegetationscharakter von Hardanger (Archiv f. Naturgesch. 10. S. 1-3); Schübeler, die Kulturpflanzen Norwegens, S. 75: sporadisch findet sich die Buche in wildem Zustande noch an einem Standorte unter $60^{\circ} 37'$, die normale Polargrenze liegt unter $59^{\circ} - 59^{\circ} 30'$. — Auf abweichende Ansichten über die klimatischen Ursachen der Buchengrenze bin ich im Texte nicht eingegangen, da weder die Trockenheit der Luft (De Candolle) noch die Steigerung der Sommerwärme (Basiner) mit dem wirklichen Verlauf dieser Vegetationslinie namentlich in den nördlichsten und südlichsten Breiten in Einklang zu bringen sind.

18. Andersson, *végétation de la Suède*, p. 17.

19. Trautvetter, die pflanzengeographischen Verhältnisse des europäischen Russlands, 1. S. 40.

20. Vaupell, Nizzas Winterflora, S. 29: die mittlere Belaubungszeit der Buche fällt in Kopenhagen auf den 9. Mai. Ich nehme hiernach an, dass ihre Vegetationszeit in der Nähe ihrer Polargrenze nicht weniger als 5 Monate dauert, so wie sich dieselbe in Madeira nur bis auf 7 Monate verlängert. Dieses letztere Verhältniss wird in dem Abschnitt über die

Mittelmeerflora erörtert. Dass die nordöstliche Vegetationslinie der Buche auf einem klimatischen Grenzwert beruhe, geht aus ihrem regelmässigen Verlauf über den ganzen Kontinent und daraus hervor, dass Kulturversuche im jenseitigen Gebiete misslungen sind. An einigen Orten, wo die Buche nicht mehr gedeiht, die aber ihrer Vegetationslinie nahe liegen, an den geschützten, inneren Fjorden von Bergens Stift und auch in Dorpat könnte nach den Messungen über die Temperaturkurve eine Entwicklungszeit von 5 Monaten noch erreicht werden, aber schon früher (Note 17) habe ich hieraus geschlossen, dass die Verbreitung des Baums in Norwegen ihren klimatischen Grenzwert nicht überall erreicht. Solche Abweichungen gehören indessen nur in den Kreis der lokalen Anomalien, die sich bei den klimatischen Vegetationslinien stets wiederholen, und die vom Standort und Boden abhängen, oder auch von der Incongruenz der meteorologischen Messungen mit dem Wärmemass, welches den Pflanzen wirklich zu Theil wird.

21. Blom, das Königreich Norwegen, 1. S. 48; Schübeler a. a. O. S. 72: Polargrenze der Eiche an der norwegischen Westküste zu Thingvold in Romsdalen (63° , im östlichen Norwegen schon unter 61°).

22. Andersson a. a. O. p. 25.

23. Trautvetter a. a. O. 2. S. 29.

24. Middendorff, a. a. O. S. 576.

25. Die Polargrenze der Weizenkultur ist bei *Quetelet, climat de la Belgique*, 1. Taf. 1 graphisch eingetragen: nur im Innern des europäischen Russlands geht sie über die Eichenwälder hinaus bis 60° N. B. In Schweden hat Quetelet die Polargrenze des Weizenbaus zu weit nach Norden gerückt (bis 63°), indem sie hier nach Andersson (*Aperçu de la végétation de la Suède*, p. 60) nur das Stromthal der Dalelf ($60-61^{\circ}$) erreicht, also in gleicher Breite, wie in Russland liegt. Allerdings fügt er hinzu, dass an günstigen Orten und in guten Jahren selbst noch im schwedischen Lappland (Quickjock 67°) Weizenernten erzielt werden, aber diese Bemerkung bezieht sich auch nur auf den Sommerweizen, indem ausdrücklich bemerkt wird, dass der Anbau des Winterweizens zu Fahlun an der Dalelf seine Polargrenze findet. In Norwegen soll an der Westküste auch der Winterweizen noch jenseits Drontheim gebaut werden (bis Fosnaes, $64^{\circ} 40'$: Schübeler a. a. O. S. 49).

26. Linsser, die periodischen Erscheinungen des Pflanzenlebens (*Mém. de l'acad. de St. Pétersbourg. Série VII. T. 11*): mittlere Epoche der Belaubung von *Quercus pedunculata* in Brüssel 29. April, in Petersburg 27. Mai, der Entlaubung in Brüssel 4. November, in Petersburg 21. Oktober. Setzen wir zu diesen Zeitpunkten die dazu gehörenden Tagestemperaturen, die aus vieljährigem Material für Brüssel von Quetelet (*Mémoire de la température de l'air à Bruxelles*, 1867. p. 26: nach 30jährigen Messungen), für Petersburg von Dove (Temperaturtafeln, S. 68: aus 26 Jahren) berechnet sind, so erhalten wir folgende, im Texte benutzte Werthe: Belaubung in Brüssel bei $8^{\circ},25$ R., in

Petersburg bei 9^o,25; Entlaubung in Brüssel bei 6^o, in Petersburg bei 1^o,76.

27. Mittlere Epoche der Belaubung der Birke in Brüssel 14. April bei 6^o,3, in Petersburg 15. Mai ebenfalls bei 6^o,3, der Entlaubung in Brüssel 1. November bei 6^o,6, in Petersburg 11. Oktober bei 5^o,6 (nach denselben Quellen bei Linsser, Quetelet und Dove).

28. Middendorff a. a. O. S. 566.

29. Die sibirische Tanne (*Pinus obovata*) hat ihre Polargrenze am Jenisei, wie die Birke, unter 69^o N. B., an der Lena unter 64^o (Middendorff a. a. O. S. 543).

30. Mittlere Epoche des Ausschlagens der Lärche in Namur 1. April, in Pulkowa 23. Mai (die diesen Tagen entsprechenden Temperaturen betragen in Brüssel 6^o,8, in Petersburg 8^o,5); Nadelfall in Namur 12. November, in Pulkowa 10. November (entsprechende Temperaturen in Brüssel 4^o,9, in Petersburg — 0^o,1: alle Angaben nach denselben Quellen, wie bei Note 26 u. 27).

31. Polargrenze der Lärche in Sibirien: Ural 68^o, Jenisei 70^o, Boganida 71^o, Chatanga 72^o, Lena 72^o, Indigirka und Kolyma 69^o, Anadyr 65^o, Ochotsk 61^o (Middendorff a. a. O. S. 531). — Ueber das Verhältniss der sibirischen und daurischen Lärche (*Pinus Ledebourii* u. *daurica*) zu der europäischen (*P. Larix*), die schon Pallas als Abänderungen derselben Art auffasste, sind die Bemerkungen Middendorff's (a. a. O. S. 527) massgebend; die Zeichnungen, die er in Bezug auf die Variation der Schuppen mittheilt, und Beobachtungen an kultivirten Lärchen führten mich zu der im Texte angegebenen Pallas'schen Ansicht zurück.

32. Middendorff a. a. O. S. 550.

33. Die sibirische Rothtanne (*Pinus obovata*) unterscheidet sich von der europäischen (*P. Abies*), wie sich aus Middendorff's Darstellung (a. a. O. S. 542) eigentlich nur durch kürzere Zapfen, da der Charakter der oben ausgerandeten Zapfenschuppen bei der letzteren, der ganzrandigen bei der ersteren, wie bei den Lärchen, variabel ist. Middendorff bemerkt, dass weder bei den sibirischen Rothtannen noch Lärchen forstwirtschaftliche Eigenthümlichkeiten vorhanden sind, und dass sie sich auch nicht durch ihren Wuchs oder ihre Nadeln von der europäischen unterscheiden lassen. Die Selbständigkeit von *Pinus obovata* konnte nicht bezweifelt werden, so lange der Irrthum nicht berichtigt war, den Ledebour beging, als er sie in der altaischen Flora zuerst beschrieb, und den er auch später hartnäckig festhielt, indem er (*Fl. ross.* 3. p. 671) behauptete, dass die Zapfen aufrecht ständen, wie bei der Edeltanne, und dass dies auch bei *P. orientalis* der Fall sei, wo sie Lambert und Spach hängend haben zeichnen lassen. Nachdem Middendorff von *P. obovata* versichert, dass die Zapfen gerade so herabhängen, wie bei *P. Abies*, bleibt kein anderer Unterschied übrig, als dass bei der ersteren die Länge derselben nur 2—3 Zoll beträgt, bei der letzteren etwa das Doppelte. Diese Eigenthümlichkeit lässt sich recht wohl als eine Wirkung des kontinen-

talen Klimas, als einer Verkürzung der Entwicklungsperiode vorstellen und dient mir daher zur Erläuterung des Begriffs klimatischer Varietäten. Ob dieser Charakter der Zapfengrösse sich in der Kultur beständig erweise oder nicht, würde zur Entscheidung der Frage nicht leicht beitragen, da die Wirkungen geänderter physischer Bedingungen auf die Organisation erst nach einer längeren Reihe von Generationen einzutreten pflegen. Meine Ansicht, dass *Pinus obovata* nur eine klimatische Varietät von *P. Abies* sei, wird jetzt auch in Russland getheilt: Teplouchoff fand beide Zapfenformen durch Uebergänge verbunden (*Mém. de Moscou*, 1868. 2. p. 244).

34. *Mazimowicz, Primitiae Florae amurensis (Mém. de l'acad. de St. Pétersb. par divers savants. T. 9. p. 390).*

35. Unter den noch unvollständigen Nachrichten über das Klima des Amurlandes genügen doch die von Maximowicz (a. a. O. p. 376) über anderthalb Jahre fortgesetzten Messungen von Mariinsk, verglichen mit denen von Nertschinsk in Daurien, den im Texte ausgesprochenen Satz zu begründen. Mariinsk (52° N. B.) liegt nämlich an der äussersten Ostgrenze des Amurgebiets, am westlichen Fuss der Küstenkette, dem Meere schon ganz nahe und zeigt dieselbe Sommerwärme, den Winter auch noch streng genug: die westlichen Landschaften am mittleren Amur werden daher nur wenig von dem Kontinentalklima Dauriens abweichen. Mariinsk: Temperatur des wärmsten Monats (August) 14°,1 R., des kältesten (Februar) — 14°,6, Unterschied fast 28°; Nertschinsk: Temperatur des wärmsten Monats (Juli) 14°,2, des kältesten (Januar) — 23°,6, Unterschied fast 38°.

36. Radde, Reisen im Süden von Ostsibirien (Beiträge zur Kenntniss des russischen Reichs von Baer und Helmersen, Bd. 23. S. 534. 546). Im Bureja-Gebirge, welches der mittlere Amur mit seinem grossen südlichen Bogen durchschneidet (49—48° N. B.) fand der Reisende den Boden nach den wärmsten Sommertagen nur bis zur Tiefe von »nicht ganz einem Faden« aufgethaut und führt zugleich die Beobachtung an, dass in den Hochsteppen Dauriens das Erdreich abwärts von anderthalb Faden Tiefe gefroren bleibt. Das Kälteextrem von — 35° (S. 534) kam ebenfalls im Stromeinschnitt des Burejagebirgs im Januar 1858 vor.

37. Schrenck, Reisen und Forschungen im Amur-Lande. Bd. 1. Einleitung, S. 27.

38. Radde (a. a. O. S. 620. 646) fand die Belaubung der Bäume am mittleren Amur nach der Mitte des Mai grösstentheils vollendet (9. Mai alt. Styl), Ende September (13. Sept. a. St.) macht er dieselbe Bemerkung über die Entlaubung. Er bezeichnet das Klima im Bereiche des Bureja-Gebirgs in folgenden Zügen: ein ganz kurzer Frühling, ein warmer, sehr feuchter Sommer, ein langer Herbst und ein Winter von grosser Kälte, der nur ausnahmsweise schneereich sei. Schrenck indessen (a. a. O. S. 30) unterscheidet die Gegenden am unteren Stromlauf (unterhalb des Bureja-Gebirgs) durch starken Schneefall von den weiter aufwärts

gelegenen und erkennt hierin, sowie in der verhältnissmässigen Minderung der Winterkälte den Einfluss des Meers.

39. In Nertschinsk betragen die jährlichen Niederschläge 16 Zoll, wovon nicht ganz 4 Linien auf den Winter fallen, in Barnaul am Altai ist dasselbe Verhältniss 11'' : 9''' (Dove, klimatologische Beiträge. 1. S. 183).

40. Schrenck a. a. O. S. 24.

41. Maximowicz a. a. O. S. 399; Schmidt, Reisen im Amurlande und auf Sachalin, S. 85.

42. Schmidt a. a. O. S. 89. Die kamtschadalische Birke wird auch noch im Gebiet des Ussuri, einem südlichen Nebenflusse des Amur, angegeben (*Regel, Tentamen Florae ussuriensis* p. 134: *Mém. de l'acad. de St. Pétersbourg*. VII. 4. 1861), aber die hier beobachtete Art soll *B. costata Trautv.* sein, welche Trautvetter von *B. Ermani* unterscheidet, und die Regel, nachdem er sie früher mit dieser verbunden, jetzt zu der japanischen *B. ulmifolia* zieht (Bemerkungen über *Betula* und *Alnus*. Moskau, 1866. p. 26). Wahrscheinlich sind die Arten dieser Gruppe zu sehr vielfältigt und *B. Ermani* selbst nur die durch das ganze östliche Asien verbreitete Bhojpaltra-Birke (*B. Bhojpaltra* Wall.), die am Himalaja zuerst beobachtet, auf den japanischen Gebirgen wiedergefunden, weiter im Norden in die Ebenen von Kamtschatka eintritt.

43. In Peterpaulshafen auf Kamtschatka beträgt die Sommerwärme 10°,4 R., die des Winters — 5°,7, die höchste, im Juli beobachtete Temperatur 12°, die niedrigste im Januar nur — 6° (Erman's Reise um die Erde. 3. S. 560, vergl. Jahresb. f. 1848. S. 376). Nach dem Verlauf der Monatsisothermen bei Dove darf man die Juliwärme in Peterpaulshafen auf 11° schätzen. Der Unterschied von Sommer- und Wintertemperatur (16°) ist also bedeutend geringer, als im Amurlande (Note 35) und die verringerte Sommerwärme würde den Laubhölzern desselben nicht mehr genügen.

44. Die Juliwärme von Ochotsk (59° N. B.) beträgt 10° R., von Ajan (56°) ebenfalls 10°, die des Januar dort — 19°, hier — 17° (Maximowicz a. a. O. S. 374). Der Unterschied beider Monate (dort 29°, hier 27°) ist also ebenso gross, wie im Amurlande (Note 35), die Sommerwärme (9°,5 in Ochotsk) wenig geringer als in Kamtschatka (Note 43).

45. In Nicolajevsk, an der Mündung des Amur (53°) betrug die Juliwärme 12°, die des Februar, des kältesten Monats, — 16° (Maximowicz a. a. O. S. 376). Der Unterschied beider Monate (28°) ist also derselbe, wie jenseits der Klitenkette, aber die Sommerwärme schon etwas gemindert.

46. Dove, Bericht über die auf den Stationen des meteorologischen Instituts im preussischen Staate angestellten Beobachtungen, 1851. S. XVII: »die grösste Winterkälte fällt in die von der See entfernten Stationen der östlichen Provinzen.« Die wichtigste nordwestliche Vegetationslinie Norddeutschlands, die der Stipa, entspricht der durch die

Orte Danzig, Stettin, Berlin und Erfurt bezeichneten Linie gleicher Januar- und Juli-Temperatur (Jan. — 20,0; — 20,25; — 10,9; — 10,8; Juli 14,0; 14,0; 15,0; 13,6: vergl. Jahresb. f. 1851. S. 16).

47. Grisebach, die Vegetationslinien des nordwestlichen Deutschlands: aus diesem Gebiete sind hier 81 südöstliche, 96 nordwestliche, also zusammen 177 der Küstenlinie parallele Pflanzengrenzen nachgewiesen, dagegen nur 50 Nord- und 9 Südgrenzen, die auf das solare Klima bezogen sind. Die Diskussion über die klimatischen Bedingungen der südöstlichen und nordwestlichen Vegetationslinien ist in dieser Abhandlung ausführlich vorgetragen, worauf ich hier verweise, indem die Einwürfe, welche gegen die geführte Argumentation erhoben werden können, und die Erweiterungen, welche sich daraus ergeben, in dem Texte ausgesprochen sind.

48. Den Graden der Entwicklung des Seeklimas in den drei Zonen des westlichen Europa entsprechen die Januar- und Juli-Temperaturen z. B. folgender Orte (nach Dove's Temperaturtafeln), unter denen Krakau (nach 20jährigen Messungen) durch strengere Winterkälte abweicht und nur in der Juliwärme mit den Grenzen der Vegetationszonen in Einklang steht. Karlsburg in Siebenbürgen hat eine zu geringe Variation, aber die Messungen beziehen sich nur auf 2 Jahre.

10—14° R. Temperaturunterschied des wärmsten und kältesten Monats.

Bergen (60° N. B.) Jan. 10,3; Juli 12,0,6; Unterschied 11,0,6.

Dublin (53° ") " 3,0; " 13,0; " 10,0.

London (51° ") " 20,3; " 14,0,2; " 11,0,9.

Paris (49° ") " 10,5; " 15,0; " 13,0,5.

Bordeaux (45° ") " 4,0; " 18,0,3; " 14,0,3.

15—18° R.

Danzig (54° N. B.) Jan. — 2,0; Juli 14,0; Unterschied 16,0.

Berlin (52° ") " — 10,9; " 15,0; " 16,0,9.)

Erfurt (51° ") " — 10,8; " 13,0,6; " 15,0,4.) s.o. Note 46.

(Krakau (50° ") " — 3,0,6; " 15,0,6; " 19,0,2.)

Stuttgart (49° ") " — 0,9; " 15,0,2; " 16,0,1.

Prag (50° ") " — 2,0; " 16,0; " 18,0.

Passau (48° ") " — 1,0,3; " 14,0,5; " 15,0,8.

18—19° R.

Wien (48° ") " — 1,0,2; " 17,0,2; " 18,0,4.

Ofen (47° ") " — 1,0,5; " 17,0,4; " 18,0,9.

(Karlsburg (46° ") " + 0,0,3; " 17,0; " 16,0,7.)

49. De Candolle, *géographie botanique*, p. 687.

50. Die Küstenlinie, welche *Erica cinerea* begleitet, reicht von den Faröer und von Bergen in Norwegen (mit einigen Lücken) bis Portugal. Die tiefer im Binnenlande gelegenen Standorte (Bonn, Isère) sind höchst sporadisch, und selbst im Mittelmeergebiete findet sich diese Erike fast nur längs des Meerbusens der Provence.

51. Grisebach, Vegetationslinien, S. 29.

52. *De Candolle* a. a. O. p. 160.

53. *Fuss, Flora Transsylvaniæ*, p. 602.

54. *Grisebach, Vegetationslinien*, S. 23.

55. Juliwärme von Bordeaux 18^o,3; von Gotha 16^o,8; von Warschau 15^o (Dove).

56. *Kerner, das Pflanzenleben der Donauländer*, S. 43. 294. Der Verf. verglich die Vegetationsphasen von Pesth mit denen von Wien und fand, dass im Frühlinge die Entwicklung sich am ersteren Orte Anfangs etwas verspätet, dann aber bald beschleunigt wird und später einen Vorsprung gewinnt.

57. Das. S. 78. 84 (vergl. *Grisebach* in *Göttinger gel. Anzeigen* f. 1863. S. 1688).

58. *Burkhardt, Berichte der österreichischen meteorologischen Centralanstalt* f. 1856.

Niederschläge. Juni. Juli. Aug. Sept. (Paris. Linien).

Szegedin. 18''' 7'''5 20''' 16'''.

Debreczin. 43''' 42'''5 19''' 62'''.

59. Verbreitung der immergrünen Sträucher in der westlichen Zone:

1) Atlantische Erikenform mit reiner Binnenlandsgrenze.

Bis Irland (55^o) *Erica ciliaris*.

„ „ (55^o, aber fehlend von 55—47^o) . *Daboecia polifolia*.

„ „ (54^o, aber fehlend von 54—45^o) . *Erica mediterranea*.

„ Cornwales (51^o) *Erica vagans*.

„ Paris (49^o) *Erica scoparia*.

2) Atlantische Erikenform mit einer nördlichen und einer südöstlichen Vegetationslinie nebst sporadischen Standorten im Binnenlande.

Bis Färöer und Norwegen (62^o) *Erica cinerea* (s. Not. 50).

„ Schottland, Mälarsee u. Livland (59^o) . *Erica Tetralix*.

3) Atlantische Dornsträucher.

Bis Schottland (59^o: nordöstl. Vegetationslinie bis Dänemark), in Schweden (58^o) erfrierend, Südostgrenze in Deutschland mit südlicher Kurve bis Italien.

„ Schottland (57^o: rein östliche Grenze) . *Ulex nanus*.

4) Südeuropäische Oleander- und Myrtenform: Polargrenze diesseits der Alpen und mit atlantischem Erweiterungsschenkel.

Bis Norwegen (62^o; Schottland bis 59^o; östlichster Standort des Küstengebiets Rügen 54^o; südliche Kurve vom Bodensee bis Wien 48^o).

„ Rheinland (51^o: Moselthal, sporadisch in Thüringen, von hier nördliche Vegetationslinie des Küstengebiets wahrscheinlich bis England, südliche Kurve vom Jura bis Oesterreich 48^o).

Buxus sempervirens.

- 5) Südeuropäische Lorbeer- und Oleanderform: Polargrenze jenseits der Alpen im Mittelmeergebiet und mit atlantischem Erweiterungsschenkel (analog *Pinus Pinaster*).
- Bis Normandie (50°: Cherbourg) *Laurus nobilis*.
 „ Loire (47°: Angers) *Quercus Ilex*.
- 6) Südeuropäische Myrtenform: Polargrenze jenseits der Alpen und mit einer nordöstlichen Vegetationslinie am atlantischen Erweiterungsschenkel (analog *Castanea*).
- Bis Schottland (56°: Nordostgrenze von hier *Ruscus aculeatus*. zur südlichen Schweiz 46°).
 „ Charente (46°: Nordnordostgrenze von *Ostria alba*. da zur Isère 45°).

60. Beispiele von Pflanzen, die durch die nordwestliche Vegetationslinie der centralen Zone begrenzt sind.

Insel Gottland bis Cevennen (Languedoc)	. . .	<i>Adonis vernalis</i> .
„ „ „ Nahethal (in Frankreich die Linie überschreitend).	{	<i>Fumana procumbens</i> . <i>Globularia vulgaris</i> .
„ „ „ Mainz		<i>Gypsophila fastigiata</i> .
„ „ „ Thüringen		<i>Artemisia rupestris</i> .
„ Oeland „ Lyon (sporadisch Paris)		<i>Helianthemum oelandicum</i> .
„ „ „ Thüringen	{	<i>Thalictrum angustifolium</i> Jacq. <i>Artemisia tuciniata</i> .
„ „ „ Elbgebiet b. Magdeburg . . .		<i>Ranunculus illyricus</i> .
Oestliches Schweden (60°) bis Thüringen . . .		<i>Lavatera thuringiaca</i> .
Südliches Schweden (59°) bis östl. Frankreich (sporadisch im westl. Frankreich).		<i>Stipa pennata</i> .
Pommern bis Dauphiné (Provence)		<i>Potentilla alba</i> .
„ „ „ (Languedoc)	{	<i>Dictamnus albus</i> . <i>Stipa capillata</i> .
„ „ „		<i>Oxytropis pilosa</i> .
Franken bis Lyon (sporadisch im westl. Frankr.)		<i>Rosa gallica</i> .

61. Vegetationslinien einiger Sträucher im östlichen Deutschland, die dasselbe mit der ungarischen und russischen Flora verbinden.

- Posen, Schlesien, Böhmen (sporadisch Saalfeld; *Cytisus capitatus*. Ostgrenze: Ukraine).
- Ostpreussen bis oberes Donauthal (Augsburg; *Cytisus ratisbonensis*. Ostgrenze im Steppengebiet).
- Ostpreussen bis Böhmen (Ostgrenze am Ural) . *Evonymus verrucosus*.

62. *De Candolle, géographie botanique*, p. 1271. Hier finden sich unter anderen folgende Zählungen:

In Westfinmarken wachsen (nach Lund) 402 Phanerogamen, auf einem etwa ebenso grossen Raume im Rheinthal von Schaffhausen bis Rheinbayern (nach Griesselich) 1362 Arten (1 : 3,1);

in Fries' skandinavischer Flora, welche Finnland und Dänemark mit-umfasst (*Summa veget. Scand.*) sind 1677 phanerogamische Arten aufgezählt, in Koch's deutscher Flora (*Synopsis Fl. germ. ed. II*) 2840 (1 : 1,67); in Wahlenberg's schwedischer Flora 1165, in Duby's französischer Flora 3614, wovon aber 800 Arten des Mittelmeergebiets und Korsikas abzusetzen sind, also etwa 2800 übrig bleiben (1 : 2,4; vergl. *Martins, essai sur la météorologie et la géographie botanique de la France* in dem encykl. Werke *Patria*).

63. Grisebach, Vegetationslinien S. 14. 36 u. f. Von den etwa 90 Arten, deren Polargrenzen (zwischen 51° und 53° N. B.) hier zusammengestellt sind, wähle ich folgende Beispiele aus, um den Parallelismus mit den Breitegraden auf dem Kontinent Europas nachzuweisen.

<i>Clematis Vitalba.</i>	Nordwestliches Deutschland	53°; Polen 53°, Russland 52°.
„ <i>recta.</i>	„	52°; Dongebiet in Russland 52°.
<i>Erysimum odoratum.</i>	„	52°; Volhynien 52°.
<i>Dianthus caesius.</i>	„	52°; England 52°; Posen 52—53°.
<i>Linum tenuifolium.</i>	„	52—53°; Volhynien 52°.
<i>Astrantia major.</i>	„	51—52°; Posen 52—53°, Lithauen 53°.
<i>Bupleurum falcatum.</i>	„	52°; England 52°; Volhynien 52°.
<i>Orlaya grandiflora.</i>	„	52°; Polen 52°.
<i>Carlina acaulis.</i>	„	52°; Posen 53°, Lithauen 53°.
<i>Centaurea montana.</i>	„	52°; Volhynien 52°.
<i>Phyteuma orbiculare.</i>	„	53°; England 52°; Lithauen 53°.
<i>Lithospermum purpurocaeruleum.</i>	„	52°; England 52°; Podolien 49°.
<i>Verbascum phoeniceum.</i>	„	52—53°; Preussen 53°; Lithauen 52°.
<i>Veronica spuria.</i>	„	52°; Lithauen 52°.
<i>Salvia sylvestris.</i>	„	52°; Lithauen 52°.
<i>Ajuga chamaepitys.</i>	„	52°; England 53°; Volhynien 52°.
<i>Teucrium chamaedrys.</i>	„	52°; England 57°; Volhynien 52°.
<i>Androsace elongata.</i>	„	52°; Volhynien 52°.
<i>Polycnemum arvense.</i>	„	53°; Polen 53°.
<i>Scilla bifolia.</i>	„	52°; Volhynien 52°.
<i>Andropogon Ischaemum.</i>	„	52°; Lithauen 52°.
<i>Sclerochloa dura.</i>	„	52°; Volhynien 52°.

64. *Ander sson, végétation de la Suède*, p. 62.

65. Metzger, landwirtschaftliche Pflanzenkunde, S. 93.

66. Berghaus, physikalischer Atlas. Pflanzengeogr., Taf. 2, vergl. Jahresh. f. 1844. S. 1.

67. Schübeler, die Kulturpflanzen Norwegens, S. 51.

68. Die Temperatur der Monate Mai bis September ist in Stockholm und Torneo folgende (Dove's Temperaturtafeln):

	Mai.	Juni.	Juli.	August.	September.
Stockholm.	7°,25	11°,5	14°	13°	9°,5
Torneo.	4°	10°,6	13°	10°,9	6°,3

69. Schübeler, a. a. O. S. 5.

70. Grisebach, Vegetationscharakter von Hardanger (Archiv f. Naturgesch. 10. S. 24. 25). Eine ähnliche Beobachtung machte Baer an der Ostküste des weissen Meers (65°), wo die Blätter von *Aconitum*

septentrionale zuweilen einen Durchmesser von über anderthalb Fuss erreichten (*Bullet. scientif. de l'acad. de Pétersb.* 3. p. 133).

71. Boussingault, die Landwirtschaft. Deutsche Ausg. 2. S. 436; vergl. Grisebach, Einfluss des Klimas (*Limnaea*, 12. S. 188).

72. *Martins, Voyage botanique lelong les côtes de la Norvège.* 1846. p. 92.

73. Sachs, Experimental-Physiologie, S. 30. 32.

74. Middendorff a. a. O. S. 702—723: dies ist die Hauptquelle über die Polargrenzen des Ackerbaus in Russland; in Beziehung auf Skandinavien finde ich nur die Angaben über die Kultur des Winterroggens zu berichtigen, die nach den einheimischen Quellen (Schübeler, Andersson) viel zu weit nach Norden verlegt sind. Vereinzelte Versuche des Anbaus, auch wenn sie bei günstiger Exposition Erfolg haben, sind, wie bei den Vegetationslinien überhaupt, niemals in Betracht zu ziehen, wenn es sich um die Erforschung der klimatischen Bedingungen des Vorkommens einer Pflanze handelt.

75. Daselbst, S. 496.

76. Schübeler, a. a. O. S. 21.

77. Metzger, a. a. O. S. 20.

78. *De Candolle, géographie botanique*, p. 337.

79. Das. p. 942. De Candolle und mit ihm die meisten Botaniker halten den amerikanischen Ursprung des Mais für gewiss. Dagegen spricht die systematische Verwandtschaft mit *Coix* und einigen anderen, asiatischen Gräsern. Ein anderer Gegenbeweis liegt doch vielleicht auch in den Nachrichten über die chinesische Maiskultur, obgleich de Candolle deren Sicherheit bestreitet. Nirgends hat man in Amerika den Mais oder verwandte Organisationen von Gramineen wild gefunden. In der allgemeinen Verbreitung des Maisbaus in diesem Kontinent, welche die Conquistadoren vorfanden, kann man, wie in der Kultur der Banane und der Orange, Zeichen der vorhistorischen Verbindungen erblicken, welche zwischen Asien und Amerika bestanden zu haben scheinen, und von denen vielleicht, wenn nicht die erste Einwanderung, doch die höhere Kultur von Mexiko und Peru abzuleiten ist.

80. Metzger, a. a. O. S. 206; *Blodget, climatology of the United States*, p. 420.

81. Bode, a. a. O. (Note 6), Taf. 2: Polargrenze von *Pyrus Malus*. Die Angaben über die Obstkultur in Skandinavien sind den Schriften von Schübeler (Note 67) und Andersson (Note 64) entnommen.

82. *De Candolle, géographie botanique*, p. 339 u. 357: hier sind die heutigen und ehemaligen Grenzen der Weinkultur angegeben, die nur in Bezug auf Deutschland ein wenig emendirt werden mussten. Zur klimatischen Charakteristik der Polargrenze können folgende Werthe (aus Dove's Temperaturtafeln) dienen:

Temperatur des Sommers; des Septembers.

Nantes	160,3 R.	140,3.
Lüttich	150,1 „	120,8.
Coblentz	150,7 „	120,6.
Dresden	150,1 „	110,7.

Die Polargrenze geht am Rhein durch Bonn (50° 45'), in Hessen durch Witzenhausen (51° 20'), im nördlichsten Schlesien durch Grüneberg (51° 55'): drei in der Nähe dieser Orte, aber ausserhalb der Grenze gelegene Stationen sind Köln, Heiligenstadt und Frankfurt an der Oder (Bericht über die meteorol. Stationen des preuss. Staats, S. XVII).

Temperatur des Sommers; des Septembers.

Köln	140,1 R.	120,3.
Heiligenstadt	120,1 „	100,2.
Frankfurt a/O.	130,9 „	110.

83. Baer, die Verbreitung des organischen Lebens (Reden in wissenschaftlichen Versammlungen, 1. S. 186).

84. Middendorff, a. a. O. S. 651. 654.

85. Schacht, der Baum, S. 167.

86. Middendorff, a. a. O. S. 631. 641.

87. Nägeli, Entstehung u. Begriff der naturhistorischen Art, S. 47.

88. Die elf Nadelholzbäume des Gebiets bilden, nach dem Umfang ihres geographischen Areals geordnet, folgende Reihe: Kiefer oder Föhre (*Pinus sylvestris*), Fichte oder Rothtanne (*P. Abies* u. *var. obovata*), Lärche (*P. Larix* u. *var. sibirica* u. *daurica*), Arve oder Zirbelnusskiefer (*P. Cembra*), Taxus (*Taxus baccata*), Edel- oder Weisstanne (*P. Picea*), Pichta- oder sibirische Edeltanne (*P. Pichta*), Menzies-Tanne (*P. Menziesii* von Ostsibirien bis Japan und zu den Rocky Mountains, indem dazu nach Parlatore *P. ajanensis*, *sitchensis* und *jezoensis* gehören); an die Küsten von Frankreich verbreitet sich von Südeuropa aus die Seestrandskiefer (*P. Pinaster*), bis zum Wiener Walde und Ungarn die Laricio-Kiefer (*P. Laricio* u. *var. austriaca*); den Alpen, Karpaten und Sudeten eigenthümlich ist die Krummholzkiefer (*P. montana* oder *Mughus*), die nur selten und nur in den westlichen Alpenthälern zu der Grösse eines Baums sich erhebt, der für die pyrenäische *P. uncinata* gehalten worden ist, über deren Eigenthümlichkeiten noch weitere Beobachtungen erforderlich scheinen (vergl. Grisebach, Bemerkungen zu Willkomm's Monographie der europäischen Krummholzkiefern in Regensb. Flora, 1861. S. 593). Ueber die *Pinus excelsa* des Skardus vergl. die Mediterranflora.

89. Blasius, Reise im europäischen Russland, 1. S. 102 (Jahresb. f. 1843. S. 8).

90. Schübeler, a. a. O. S. 57. 61.

91. Middendorff, a. a. O. S. 555.

92. Wahlenberg, *Flora Carpatorum*, p. 310.

93. Middendorff, a. a. O. S. 542.

94. Dasselbst Abbildung der Pichta-Tanne, S. 545.
95. Dasselbst, S. 766.
96. Grisebach, zur Systematik der Birken (Regensb. Flora f. 1861. S. 625): hier sind die Gründe angegeben, weshalb ich die Unterscheidung der nordischen und deutschen Birken, ungeachtet der Mittelformen, welche wahrscheinlich hybrider Entstehung sind, festhalte. Für diese Ansicht spricht namentlich die geographische Verbreitung: klimatische Varietäten pflegen räumlich gesondert zu sein, zwei verwandte Arten mischen sich, wie die beiden Birken, leicht an den Grenzen ihres Wohngebiets und können, wenn die Gattung dazu geeignet ist, durch hybride Befruchtung die Schärfe des Speciesbegriffs verdunkeln. Aehnlich, wie mit den Birken, verhält es sich mit den beiden Eichen und Linden Mitteleuropas.
97. Blasius, a. a. O. 1. S. 279. 256.
98. Grisebach, die Bildung des Torfs in den Emsmooren, S. 20 (Göttinger Studien, 1845. S. 274).
99. Grisebach, der gegenwärtige Zustand der Geographie der Pflanzen (Behm's geographisches Jahrbuch, 1. S. 376).
100. Czerniajew (*Bullet. des naturalistes de Moscou*, 18. 2. p. 132, vergl. Jahrb. f. 1845. S. 9). Die höchste Staude in den Wäldern der Ukraine ist *Cephalaria tatarica* (9'): auch die Pilze erreichen hier eine ungewöhnliche Grösse, es giebt 3' breite Hüte von *Polyporus* und *Leuzites*, *Lycoperdum horrendum* ist ein kugelförmiger Pilz von 3' Durchmesser. Der Boden ist der Tschernosem, die schwarze Erde, welche hier 10—15' in die Tiefe reicht.
101. Bei Grenier und Godron (*Flore de France*) sind 44 Arten von ächten Farnkräutern aus Frankreich aufgeführt: im russischen Antheile unseres Gebiets zähle ich deren 39.
102. Schreiner, Steiermarks Waldstand (Berghaus Annalen, 1837. 4. S. 35). Die drei genannten russischen Gouvernements bilden kaum den dritten Theil des in dieser Quelle für das europäische Russland angenommenen Areal (23800 : 75000 Quadratmeilen), dessen Waldfläche derselbe auf 17 Procent schätzt.
103. Kerner, das Pflanzenleben der Donauländer, S. 30.
104. Middendorff, a. a. O. S. 646.
105. Berg, das Verdrängen der Laubwälder durch die Fichte und Kiefer (vergl. Jahrb. f. 1844. S. 15).
106. Vaupell, de nordsjaellandske Skovmoser (vergl. Jahrb. f. 1851. S. 12).
107. Liebich, Compendium der Forstwissenschaft, S. 664.
108. Middendorff, a. a. O. S. 631.
109. Ratzeburg, forstnaturwissenschaftliche Reisen durch Deutschland (vergl. Jahrb. f. 1842. S. 355).
110. Schrenk, Reise nach dem Nordosten des europäischen Russlands (vergl. Jahrb. f. 1850. S. 3).

111. Fischer, die Vegetationsverhältnisse in Lithauen (Mittheilungen der Berner naturf. Gesellsch. f. 1843—44, vergl. Jahresb. f. 1844. S. 6).

112. Kerner, das Pflanzenleben der Donauländer, S. 67. 292 (vergl. Note 57).

113. Kittlitz, Vegetationsansichten, Taf. 17. 22. (Jahresb. f. 1844. S. 37).

114. Radde, Reisen im Süden von Ostsibirien, a. a. O. S. 582. 590. 594. Zur Vergleichung der Bestandtheile der Gräserfluren von Kamtschatka mit der Parklandschaft am Amur dienen folgende Angaben:

Gräser. Amur: *Calamagrostis*.

Schlingpflanzen. Amur: *Menispermum*, *Calystegia*, *Vicia*, *Wahlenbergia*.

Stauden. Amur: vorherrschend *Artemisia* (7—8' hoch); die Umbellifere *Callisace* 8—9' hoch.

Kamtschatka: vorherrschend *Senecio cannabifolius*, *Epilobium angustifolium*, charakteristisch *Lilium*, *Fritillaria*; die höchsten Stauden sind im Texte genannt.

Sträucher. Amur: z. B. *Acer*, *Viburnum*.

Kamtschatka: *Crataegus*, *Salix*.

Bäume. Amur: *Quercus mongolica*.

Kamtschatka: *Betula Ermani* u. *alba*.

115. Erman, Reise um die Erde (vergl. Jahresb. f. 1848. S. 377).

116. Grisebach, Vegetationslinien, S. 77: hier sind 24 Pflanzen der norddeutschen Berglandschaften aufgezählt, von denen die Hälfte in der Tiefebene Hannovers, die übrigen in der Nähe der Ostsee wiederkehren.

117. Martins, *du Spitzberg au Sahara* (vergl. Jahresb. in Behm's geogr. Jahrbuch, 2. S. 196): im Niveau von 8000—5500' fand M. unter den beobachteten Pflanzen 8—9 Procent spitzbergische, zwischen 9400' und 10800' 21—22 Procent.

118. Ein Verzeichniss von Pflanzen, die zugleich die Alpen und das Tiefland des europäischen Russlands bewohnen, lasse ich hier folgen. Das Extrem dieses im Texte erläuterten Verhältnisses erreichen die wenigen Arten, welche der alpinen Region Europas und den Steppen gemeinsam sind, deren Anzahl aber in den Gebirgen Centralasiens bedeutend grösser zu sein scheint.

<i>Astragalus Onobrychis</i> L.	Alpen.	Pussten, Steppen.
<i>Dianthus barbatus</i> L.	Pyrenäen—Karpaten.	Pensa.
<i>Alyssum alpestre</i> L.	Pyrenäen—Taurus.	Steppen (Identität unsicher).
<i>Pulsatilla Hallert</i> W.	Alpen—Karpaten.	Polen, Livland.
<i>Sedum Anacamperos</i> L.	Pyrenäen—Alpen.	Podolien, Ukraine.
<i>Pedicularis comosa</i> L.	Pyrenäen—Ostsibirien.	Livland, Moskau.
<i>Salvia glutinosa</i> L.	Pyrenäen—Himalaja.	Volhynien, Podolien.
<i>Swertia perennis</i> L.	Pyrenäen—Karpaten.	Nordöstl. Deutschland, Livland.
<i>Lonicera coerulea</i> L.	Pyrenäen—Sibirien.	Petersburg—Schweden.
<i>Cirsium Erisithales</i> Scop.	Alpen—Karpaten.	Podolien, Lithauen.
<i>Daphne Cneorum</i> L.	Pyrenäen—Karpaten.	Böhmen, Lithauen, Volhynien.

<i>Pinus Larix L., Cembra L. u. Picea L.</i> (s. o. im Texte).		
<i>Orchis globosa L.</i>	Pyrenäen—Kaukasus.	Volhynien, Podolien.
<i>Veratrum nigrum L.</i>	Alpen—Ostsibirien.	Volhynien, Kursk.

Einige Arten vermitteln diese Reihe mit den unter gleichem Meridian im Norden wiederkehrenden Alpenpflanzen, indem sie, in Norwegen und Lappland auf die Gebirgsregionen beschränkt, im russischen Tieflande gleichfalls vorkommen. Dahin gehören:

<i>Mulgedium alpinum Less.</i>	Lappland.	Kasan.
<i>Betula nana L.</i>	Norwegische Fjelde.	Lithauen, Moskau.
<i>Nigritella angustifolia Rich.</i>	„	Livland, Lithauen.
<i>Veratrum album L.</i>	Lappland.	Lithauen.

119. Christ, die Verbreitung der Pflanzen in der alpinen Region der europäischen Alpenkette (vergl. Jahresb. in Behm's geogr. Jahrbuch, 2. S. 198).

120. Den bekanntesten Beobachtungen Darwin's an Sumpfvögeln, die keimfähige Samen selbst im Schmutz ihrer Extremitäten beherbergen, füge ich hier noch ein Paar neue Thatsachen dieser Art bei: Radde fand in den daurischen Steppen im Magen von *Anas boschas* Samen von *Lepidium*, bei *Syrrhaptus paradoxus* von *Thermopsis* (Reise in Ostsibirien, S. 392); M. Wagner erwähnt die Erfahrung eines Pflanzers aus Mittelamerika, dass einer der häufigsten Bäume der dortigen Savanengehölze (*Duranta*) nur dann keimen soll, wenn die Samen durch den Darmkanal der Tauben gegangen sind und also durch deren Exkremeunte gleichsam gedüngt werden (Sitzungsberichte der bairischen Akad. 1866, .vergl. Jahresb. in Behm's geogr. Jahrb. 2. S. 216).

121. Martins in *Ann. sc. nat.* 18. p. 193, vergl. Jahresb. f. 1842. S. 373. Ich vermuthete früher, dass die Ursache der abweichenden Höhen- und Polargrenzen nur darin liege, dass die verglichenen Arten nicht identisch seien, dass namentlich die Wintereiche (*Q. Robur*), die auch in Skandinavien weit hinter der Sommereiche (*Q. pedunculata*) zurückbleibt, an der Grimsel die Buchengrenze nicht erreiche. Seitdem hat Sendtner (Vegetationsverhältnisse Südbayerns, S. 502) indessen gezeigt, dass auch die Sommereiche, die im Norden so weit jenseits der Buchengrenze verbreitet ist, in den Alpen sehr beträchtlich unterhalb der Buche zurückbleibt, wenn auch nicht so weit als die Wintereiche (*Quercus Robur* — 1800', *Q. pedunculata* — 2925'; *Fagus* — 4369', lokal — 4555', in Strauchform — 4815'). Durch diese Beobachtungen ist also die Richtigkeit von Wahlenberg's Ansicht in Bezug auf die Eichen und Buchen festgestellt.

122. Martins (a. a. O.). An der Nordseite der Grimsel im Berner Oberland ist die Reihe der Höhengrenzen von den wichtigeren, auch im nördlichen Europa einheimischen Bäumen nach den Beobachtungen dieses Naturforschers folgende: Eiche — 2460', Buche — 3030', Fichte (*P. Abies*) — 4760', Birke — 6080', Cembra-Kiefer (*P. Cembra*) — 6465'. Weder die Buche, noch die Fichte erreichen hier, nach Massgabe ihres Vorkommens in den Alpen überhaupt, ein Niveau, bei dem sie noch gedeihen könnten.

123. Heer, die obersten Grenzen des thierischen und pflanzlichen Lebens in den Alpen der Schweiz, vergl. Jahrb. f. 1845. S. 20.

124. Martins, *du Spitzberg au Sahara*, vergl. Jahrb. in Behm's geogr. Jahrb. 2. S. 195.

125. Grisebach, Vegetationscharakter von Hardanger, S. 10.

126. Schlagintweit, physikalische Geographie der Alpen, S. 584 bis 596, vergl. Jahrb. f. 1850. S. 33: hier beide aus den Alpen angeführte Werthe.

127. Schübeler, die Kulturpflanzen Norwegens, S. 57. 64; Berghaus in Behm's geogr. Jahrb. 1. S. 258. Die Angaben bei Schübeler und anderen skandinavischen Beobachtern in norwegischen Füssen ($1' = 0',966$ Par.) sind im Texte auf Pariser Mass reducirt und abgerundet.

128. Grisebach, Hardanger, S. 9. 18. 20. 21; Berghaus a. O.

129. Das klimatische Verhältniss der westlichen Fjorde zu dem östlichen von Christiania ergibt sich aus folgenden Messungen unter 60° N. B. (Dove's Temperaturtafeln, S. 35):

Bergen. Winter $+10,9$; Sommer $11^{\circ},8$; Unterschied des Januar u. Juli $12^{\circ},2$.

Ulbensvang „ 0° ; „ $12^{\circ},5$; „ „ „ „ „ 14° .

(im Innern des
Hardanger Fjord).

Christiania. „ $-30,5$; „ $12^{\circ},2$; „ „ „ „ „ $17^{\circ},5$.

130. An dem westlichen Abhang des Folgefond finde ich die lokale Depression der Höhengrenzen $790'$, an dem östlichen $390'$; die Elevation am Filefjeld (61°) beträgt $870'$, am Horteigen (60°), der dem Fjeldplateau aufgesetzt ist, aber der Küste näher liegt $510'$ (vergl. Grisebach, Hardanger a. a. O.).

131. Lund, zweite Reise in Finmarken (Botaniska Notiser f. 1846, vergl. Jahrb. f. 1846. S. 12).

132. Watson, geogr. Vertheilung der Gewächse Grossbritanniens: deutsche Ausgabe von Beilschmied, S. 58. 228. 232; desselben *Plants of the Grampians* in *Journ. of Bot.* 1842, p. 50. 241, vergl. Jahrb. f. 1842. S. 380: engl. Fuss auf Pariser Mass reducirt und abgerundet. Ueber die Birkengrenze sind hier die beiden Werthe $1900'$ und $2500'$ neben einander gestellt, von denen der letztere schon deshalb den Vorzug verdient, weil die Kiefer nach Watson bis $2100'$ ansteigt und doch unter der Birke, wie in Norwegen, zurückbleibt.

133. Kowalski in dem Werke der von der Petersburger geogr. Gesellsch. ausgerüsteten Expedition »der nördliche Ural« (Jahrb. f. 1853. S. 5: engl. Fuss reducirt).

134. Lessing (*Linnaea*, 9. S. 149). Die Fichte, welche die Baumgrenze am Iremel bildet, wird hier als *Abies* (Tanne) mit der Bemerkung bezeichnet, dass die genauere Artbestimmung noch zu erwarten sei; in dessen kann dabei nur an die Frage gedacht werden, ob dieselbe *Pinus Abies* selbst oder deren sibirische Varietät sei.

135. Die untere Grenze der alpinen Region des Ural (unter 64°) nach

Kowalski, die obere (die Schneelinie) nach **Krag** (bei **Berghaus a. a. O.**): im südlichen Ural wird die Schneelinie nicht erreicht.

136. **Erman**, Reise um die Erde, I. 2. p. 372: der von ihm angegebene Werth wird von **Middendorff** (Reise, IV. 1. S. 618) meiner Ansicht nach ohne hinreichenden Grund für zu niedrig erklärt, da **Erman** den Stanowoi zwischen **Ochotsk** und **Jakutsk** (also unter 60°), der letztere Reisende die Hauptkette auf dem Wege nach **Udskoi** (56°) überstieg.

137. **Middendorff** (a. a. O.). Auf dem eben genannten Passe von 4000' sah der Reisende noch 30' hohe Lärchenbäume, aber die zu 6000' geschätzten Gipfel, aus der Ferne betrachtet, zeigten sich von Wäldern entblößt (Holzschnitt zu S. 221). Wenn auch in geschützten Schluchten sich die Lärchen bis in die Nähe der bedeutendsten »Höhen«, jedoch nicht mehr in geschlossenen Beständen, hinaufzogen (S. 616), so ist doch hiedurch **Middendorff's** Schluss, dass das Gebirge die Baumgrenze nicht erreiche, keineswegs gerechtfertigt, indem nur die Mittelhöhe derselben in Betracht zu ziehen ist. Nach Prüfung der von dem Reisenden angeführten Thatsachen nehme ich 4000' als wahrscheinlichen Werth für die Waldgrenze an, theils weil dies dem Abstände von der gemessenen Fichten- und Kiefergrenze (3500') entsprechen dürfte, theils weil an den niedrigeren Nebenketten (S. 617) die Lärchengrenze tiefer lag, als auf dem durch seine grössere Masse begünstigten Hauptkamm.

138. **Erman** a. a. O. (auch in **Berghaus Annalen**, 9. S. 534, vergl. **Jahresb. f. 1840**. S. 434). Die Depression der Baumgrenze, die in **Kamtschatka** von *Alnus incana* gebildet zu werden scheint, ergibt sich auch daraus, dass die strauchförmige Arve hinter jener Erle im Niveau zurückbleibt (**Middendorff** a. a. O. S. 622), während sie in Stanowoi bis 6000' ansteigt.

139. Das Seeklima der schottischen Hochlande ergibt sich aus den Messungen von **Aberdeen** (57° N. B.): Winter + 3°,1; Sommer 12°,2; Unterschied des Januar und Juli 10° (**Dove's** Temperaturtafeln).

140. **Schrenk**, Reise nach dem Nordosten des europäischen Russlands, vergl. **Jahresb. f. 1850**, S. 5. 13; **Helmersen** über den Ural und **Altai** (*Bullet. de l'acad. de Pétersb.* 1837. p. 97).

141. Die Sommerwärme in **Slatoust** beträgt 13,1, in **Jakutsk** 13°,2; der Unterschied des Januar und Juli dort 28°, hier 43°,6 (**Dove's** Temperaturtafeln, S. 37).

142. **Middendorff**, a. a. O. S. 623 (Beobachtung in den Salzburger Alpen). Auch im Engadin und im Berner Oberland geht *Pinus Cembra* etwas höher, als die Lärche (**Jahresb. f. 1842**. S. 375, f. 1843. S. 24).

143. **Middendorff**, a. a. O. S. 622: »in **Kamtschatka** wird die Straucharve noch von *Alnus incana* überragt, welche dort zwar auch bis zur Küste hinabgeht, aber in der Höhe von 2000—3000' ohne Nebenbuhler vegetirt.«

144. Eigene Beobachtung: die untere Grenze von *Pulsatilla alpina* (**Hirschhörner** am **Brocken**) liegt 3120', etwas unterhalb der Fichtengrenze.

145. Schwaab, geogr. Naturkunde von Kurhessen (Jahresb. f. 1851. S. 21).
146. Ratzeburg, forstnaturwissenschaftliche Reisen, S. 69. Das lokale Vorkommen von Buchenbeständen im Riesengebirge wird (S. 4) bis zu 4000' behauptet, aber dabei auf den speciellen Theil der Reise verwiesen, wo ich Angaben bis 3000' (S. 451) und bis 3600' (S. 389) finde. Göppert's Angabe über das Ansteigen der Fichte bis 4400' ist S. 379 mitgetheilt.
147. Wimmer, Flora von Schlesien. Geogr. Uebersicht der Vegetation, S. 8.
148. Sendtner, Vegetationsverhältnisse des bayerischen Waldes, S. 494; Goepfert, Urwälder Schlesiens und Böhmens, S. 31 (*Nov. act. nat. cur.* 34).
149. Wahlenberg, *Flora Carpatorum principalium*.
150. Gerndt, *plantae sudeticae secundum fines verticales et horizontales digestae*, vergl. Jahresb. in Behm's geogr. Jahrb. 2. S. 200.
151. Ledebour, Reise im Altai. 1. S. 340: daraus Berghaus a. a. O. Die Schneelinie (8000') nach Gebler's Schätzung (*Mém. de St. Pétersb. Divers savants*. 1837. p. 503).
152. Radde, Reisen im Süden von Ostsibirien, S. 96. 117. Die Beobachtungen wurden namentlich an dem 10745' hohen Munku-Sardik gemacht, der aus der geringen Anhäufung des Schnees an seinem Gipfel nur einen einzigen Gletscher speist: die englischen Fusse sind auf Pariser Mass reducirt. Die Messungen der Vegetationsgrenzen im Apfelgebirge finden sich ebenda S. 117. 123: sie beziehen sich auf den Sochonda, den höchsten Gipfel desselben.
153. Die Sommerwärme in Aschersleben am Fusse des Harzes beträgt 13°,2; in Breslau 13°,7; auf dem Brocken 7°,2. Die Unterschiede des wärmsten und kältesten Monats sind in Aschersleben 14°, in Breslau 16°, auf dem Brocken 13°,2: hier, bei 3500' Höhe, hat der Januar — 6°,4, der August, der wärmste Monat, nur 7°,8 (Dove, Bericht über die auf den Stationen des meteorol. Instituts im preuss. Staate angestellten Beobachtungen. 1851. S. 80—82).
154. Ratzeburg, a. a. O. S. 70.
155. Grisebach, die Vegetationslinien des nordwestlichen Deutschlands, S. 88.
156. Der Juli in Breslau hat 14°, der Januar — 2° (Dove a. a. O.); in Krakau der Juli 15°,5, der Januar — 3°,6 (Dove's Temperaturtafeln).
157. Lecoq et Lamotte, *catalogue des plantes du plateau central de la France*: vergl. Jahresb. f. 1847, S. 18; Ramond bei Berghaus a. a. O.
158. Thurmann, *phytostatique du Jura*: vergl. Jahresb. f. 1849. S. 14; Grenier, *géographie botanique du Doubs*: Jahresb. f. 1844. S. 21.
159. Kirschleger, *Flore d'Alsace*, nach Berghaus a. a. O.
160. Heusinger bei Berghaus a. a. O.
161. Schlagintweit, die Vegetationsverhältnisse des oberen

Möllgebiets (in dessen physikalischer Geographie der Alpen, S. 584): Jahrb. f. 1850. S. 33.

162. Sendtner, die Vegetationsverhältnisse Südbayerns.

163. Molendo, Pflanzenregionen der Algäuer Alpen: Jahrb. in Behm's geogr. Jahrb. 2. S. 199.

164. Mohl, Bemerkungen über die Baumvegetation in den Schweizer Alpen (Bot. Zeitg. f. 1843. S. 409: vergl. Jahrb. f. 1843. S. 22); Heer, über Forstkultur in den Schweizer Alpen (Schweizer Zeitschr. f. Land- u. Gartenbau f. 1843: Jahrb. das. S. 23).

165. Sauter, Topographie des Oberpinzgaus: Jahrb. f. 1845. S. 19.

166. Martins, *essai sur la météorologie et la géographie botanique de la France*: Jahrb. f. 1845. S. 22; Mathews bei Berghaus a. a. O.

167. Fuchs, die Venetianer Alpen: Jahrb. f. 1844. S. 16.

168. Sendtner, klimatische Verbreitung der Laubmoose durch das österreichische Küstenland (Regensb. Fl. f. 1848: vergl. Jahrb. f. 1848. S. 358): Buchengrenze daselbst 4000', aber nach Heufler 4670' (bei Berghaus a. a. O.)

169. Sendtner in der Zeitschr. Ausland f. 1848—49: vergl. Jahrb. f. 1849. S. 30. Die Angaben beziehen sich auf den Berg Vlassich bei Travnik.

170. Reissenberger in Verhandlungen des siebenbürgischen Vereins: Jahrb. f. 1850. S. 34. Die Angaben sind in Wiener Fuss, die im Texte auf Pariser Mass reducirt und abgerundet worden sind.

171. Die äussersten Niveaugrenzen des Getraidebaus wurden von Gaudin und Martins bei Zermatt beobachtet (Jahrb. f. 1843. S. 23).

172. Schlagintweit, a. a. O. S. 504.

173. Die Sommerwärme in München (1570') beträgt 14°; in Augsburg (1470') 13°;8; in Karlsruhe (325') 15°;2 (Dove's Temperaturtafeln).

174. Desmoulins, *état de la végétation sur le Pic du Midi*. vergl. Jahrb. f. 1844. S. 24, f. 1849. S. 25; Ramond bei Berghaus a. a. O. (Schneelinie).

175. Willkomm, Vegetationsskizzen aus Spanien (Bot. Zeit. S. S. 524: Jahrb. f. 1850. S. 37): die genaueren Angaben sind später in dessen *Prodromus Florae Hispaniae*, 1. p. 16. 246, mitgetheilt.

176. Ramond, Reise nach den Pyrenäen (Deutsche Aug. 2. S. 74). Hier wird angeführt, dass man in einem Tage den Canigou oder den Pic du Midi mit Leichtigkeit besteigen und wieder zurückkehren könne, aber nur der grösseren Ausbreitung des Firns und der Gletscher schreibt Ramond es zu, dass es so viel mehr Zeit kostet, auf die Hochgipfel der Alpen zu gelangen. Auch wo Schnee und Eis kein Hinderniss bieten, werden durch die weitläufigeren Contreforts und Vorstufen die Bergbesteigungen in den Alpen verzögert: der Neigungswinkel des einzelnen Abhangs mag oft ebenso gross sein, als in den Pyrenäen, aber der Horizontalabstand zwischen Gipfel und Thalsohle ist durchschnittlich grösser.

177. Daselbst 1. S. 34.

178. Das atlantische Seeklima ist in Pau fast das nämliche, wie in Bordeaux (Dove's Temperaturtafeln):

	Pau:	Bordeaux:
Sommertemperatur	16 ^o ,9	17 ^o ,4.
Wintertemperatur	4 ^o ,7	4 ^o ,0.
Unterschied des wärmsten und des kältesten Monats	14 ^o	14 ^o ,2.

Im Mediterranklima der Ostpyrenäen zu Perpignan steigt die Temperatur des Sommers auf 19^o,1; die des Winters auf 5^o,7.

179. *Forbes* (*Report of the meeting of the British association at Cambridge*, vergl. *Ann. nat. hist.* 16. p. 126, beurtheilt im Jahresb. f. 1845. S. 4).

180. Schnizlein (Regensb. Flora f. 1854. S. 563): von *Potentilla fruticosa* wurde nur noch ein einziges Exemplar, aber in Gesellschaft von anderen aus dem fernen Nordosten stammenden Gewächsen (*Pedicularis sceptrum*, *Veronica longifolia*, *Polemonium coeruleum*, *Iris sibirica*) und unter Verhältnissen aufgefunden, die ein natürliches (nicht von der Kultur herrührendes) Vorkommen annehmen lassen; der Standort ist ein Wiesenmoor, zwischen dem Fuss des bayerischen Jura bei Wemding (östlich von Nördlingen) und der Wörniz gelegen.

181. C. A. Meyer (*Florula provinciae Wiütka* in Beitr. zur Pflanzenkunde des russischen Reichs, Lief. 5) fand, dass unter 372 Gefässpflanzen, welche Wiütka bewohnen, einige zwanzig Arten in diesem Gouvernement, gegen 40 andere im Ural ihre Ostgrenze-erreichen, während die übrigen das Gebirge überschreiten und grösstentheils bis Daurien verbreitet sind (Jahresb. f. 1848. S. 342).

182. Die im Texte berücksichtigten Gattungen von Alpenpflanzen sind folgende:

<i>Potentilla</i>	11 Arten (davon 4 endemisch),
<i>Alsine</i>	9 „ („ 3 „),
<i>Arabis</i>	15 „ („ 3 „),
<i>Saxifraga</i>	31 „ („ 10 „),
<i>Laserpitium</i>	8 „ („ 3 „),
<i>Androsace</i>	9 „ („ 4 „),
<i>Primula</i>	14 „ („ 8 „),
<i>Pedicularis</i>	18 „ („ 9 „),
<i>Gentiana</i>	13 „ („ 2 „),
<i>Phyteuma</i>	12 „ („ 2 „),
	140 „ („ 48 „).

Die ubiquitäre Gattung *Senecio* zählt in den Alpen 13 dem Tieflande fremde Arten, von denen aber nur eine einzige endemisch ist. Von *Carex* besitze ich 19 arktische Arten: von diesen bewohnen 15 auch die alpinen Regionen Europas, 4 sind der arktischen Flora eigenthümlich.

183. Zuccarini (Regensb. Flora, 11. S. 103).

184. Christ, die Verbreitung der Pflanzen in der alpinen Region der Alpenkette, S. 50.

185. *Potentilla Saxifraga* wurde erst 1859 von Ardoino auf der Cima de Mera entdeckt, 1861 von Bourgeau an den Felsen des Cioudan über dem Thale des Var gesammelt: ich besitze sie von beiden Standorten.

186. Ausser der *Sanguisorba dodecandra*, welche Massara in der Val d'Ambria entdeckte, ist auch *Viola comollia* bis jetzt nur von vier (in Bertoloni's italienischer Flora angeführten) Alpen des Veltlin bekannt, kann aber leicht anderswo übersehen sein. Zwei andere endemische Gewächse der lombardischen Alpengruppe sind ebenfalls nur an vereinzelt Standorten beobachtet: *Melandrium Elisabethae* (*Silene Jan*), welches ich vom Campione, dem Gebirgsknoten an der Ostseite des Lago di Lecco, besitze, wo es 1831 von Agliati entdeckt wurde, und *Primula glaucescens* Mor. (*P. calycina Duby*), die Daener auf demselben Campione sammelte. Jene Caryophyllee wurde meines Wissens bis jetzt nur an drei Orten beobachtet, in der Brianza (zwischen Como und Lecco), den Alpen der Val Sassina (Campione) und auf dem Dos Alto zwischen Oglio und Chiesa; auch *Primula glaucescens*, deren Verbreitung von der Brianza bis zum Veltlin reicht, soll nach Bertoloni den Einschnitt zwischen den oberen Zuflüssen der Adda und des Oglio (zwischen Tirano im Veltlin und Edolo in der Val Camonica) auf dem Braulio (neben dem Wormser Joch) überschreiten, was von Koch geläugnet wird.

187. Leybold (Regensb. Fl. f. 1854. S. 138) war der Entdecker der *Daphne petraea* und ihm verdanken wir auch die genaueren Angaben über das Vorkommen der *Saxifraga arachnoidea*. Ich besitze beide Pflanzen von Tombea, von Leybold mitgetheilt, die Daphne auch von Primiero, wo sie Bamberger sammelte: der letztere Ort scheint im Sarcathal zu liegen, vielleicht ist er mit Premione identisch.

188. Beispiele arktischer und nordischer Pflanzen, die in den Alpen nur sporadisch vorkommen: *Betula nana*, *Ranunculus pygmaeus*, *Gentiana prostrata*, *Juncus stygius*, *Carex microglochin*, *capitata*, *vaginata* u. a. Die arktisch-alpinen Pflanzen, die nach ihrer Verwandtschaft oder ihrem Vorkommen aus den Alpen stammen, sind weit zahlreicher, z. B. *Saxifraga aizoon*, *oppositifolia* u. *muscoides*, *Pedicularis verticillata*, *Gentiana nivalis*, *Hieracium alpinum* u. v. a.

189. Grisebach, Vegetationslinien, S. 11. Neue Standorte der *Aldrovanda* sind ausser den daselbst erwähnten hinzugekommen in Pommern, in Ungarn und in Tirol (Etschsümpfe bei Botzen). Ich schätzte die Länge der Verbreitzungszone von Nordosten nach Südwesten auf 250 g. Meilen, die Breite derselben ist grösser, als sie damals angenommen wurde, sie beträgt etwa 100 g. Meilen (Pommern bis Lithauen und Médoc bis Padua).

190. Die vier vom Tatra bis Siebenbürgen verbreiteten endemischen Karpatenpflanzen sind: *Saxifraga carpatica*, *Campanula carpatica*, *Chrysanthemum rotundifolium* und *Festuca carpatica*: diesen kann man die bis zu den Sudeten reichende *Salix silesiaca* vielleicht noch an die Seite stellen, die ich jedoch in den südlichen Karpaten, wo sie nach Schur vor-

kommen soll, nicht angetroffen habe. Von den vier (ausser *S. carpatica*) den Karpaten eigenthümlichen Saxifragen sind auf den Tatra eingeschränkt *S. perdurans*, auf die südliche Kette *S. luteoviridis*, *Rocheliana* u. *heucherifolia*. Eine Liste der Karpatenpflanzen ist in Note 200 mitgetheilt.

191. Die beiden endemischen Pflanzen der Cévennen sind *Arenaria ligericina* und *Koniga macrocarpa*; *Senecio Gerardi* kann ebenfalls als in diesem Gebirge entstanden gelten, erreicht aber die östlichen Pyrenäen. Die einzige Pflanze der skandinavischen Fjelde, die weder in der arktischen Flora noch anderswo gefunden ward, ist *Pedicularis Oederi*; eine zweite, die ebenfalls für endemisch gehalten werden könnte, ist *Artemisia norvegica* am Dovrefjeld: indessen wird sie, worüber ich kein Urtheil habe, von Hooker für eine Varietät von *A. arctica* Less. erklärt (*J. Hooker, distribution of arctic plants*, p. 331) und von Herder (*Bullet. des naturalistes de Moscou*, 1867. 1. p. 84), der dieser Ansicht beipflichtet, bemerkt, dass dieselbe Varietät auch im östlichen Sibirien und Kamtschatka vorkomme. Die einzige endemische Pflanze des Ural ist *Gypsophila uralensis* (2400' bis 4500'), die der den südlichen Karpaten eigenthümlichen *G. transylvanica* (*Banffya petraea*) nahe steht.

193. Die von mir berücksichtigten endemischen Pflanzen Frankreichs und der cantabrischen Küste vertheilen sich auf folgende Weise, wobei jedoch zu bemerken, dass die Zahl vielleicht noch zu hoch ist, indem, um den Endemismus der asturischen Arten sicher zu stellen, die nordportugiesische Flora zu wenig erforscht ist und die Selbständigkeit einiger von den in der Gascogne unterschiedenen nicht allgemein anerkannt wird.

Asturien: *Genista obtusiramea*, *Sinapis setigera*, *Angelica laevis* (vielleicht Gebirgspflanze, aber nach Bourgeau's Etikette an einem Bergstrom in der Nähe der Küste), *Rumex suffruticosus*:

Gascogne: *Silene Thorei*, *Ptychotis Thorei*, *Libanotis bayonnensis* Gr. (*Seseli Sibthorpii* Godr.), *Laserpitium daucoides* (von *L. prutenicum*, wohin Godron dasselbe zieht, zu unterscheiden), *Linaria thymifolia* (über die Gironde nordwärts bis 46° N. B.), *Hieracium eriophorum*, *Armeria expansa* (ebenso, wie *Laserpitium daucoides*, nach eigenen Beobachtungen am Standorte als selbständige Art aufzufassen), *Statice Dubiaei*, *Allium erictorum* (von Grenier mit dem alpinen *A. serotinum* Lap. und *A. ochroleucum* verwechselt);

Gascogne bis Bretagne (48°): *Galium arenarium*;

— bis Normandie (50°): *Astragalus bayonnensis*;

Cantabrisches Litoral bis Fontainebleau: *Koeleria albescens*, *Airopsis agrostidea*; bis Paris *Potentilla splendens* (in Deutschland nur hybrid zu gleicher Gestaltung umgebildet);

Bretagne: *Omphalodes litoralis* (46–47 $\frac{1}{2}$ °), *Eryngium viviparum* (47 $\frac{1}{2}$ °).

Bretagne bis Dünkirchen: *Linaria arenaria*.

Das nur in Devonshire und Cornwallis vorkommende, an der fran-

züsischen Küste fehlende *Physospermum cornubiense* wird von englischen Botanikern mit *Ph. aquilegifolium* vereinigt. Von Beispielen der bis zu den britischen Inseln verbreiteten, atlantischen Pflanzen sind ausser mehreren Eriken namentlich *Ulex nanus* (Portugal—Schottland 57°) und *Meconopsis cambrica* (Asturien bis Schottland 57°) bemerkenswerth, indem sie eine Strecke weit landeinwärts in Frankreich sich verbreiten, die letztere bis Lyon.

Bis Island reicht die Verbreitung von *Silene maritima*, bis Norwegen von *Erica cinerea*.

194. Ueber das portugiesische Centrum der atlantischen Pflanzen vergl. die Bemerkungen über die Erikenform in dem Abschnitt, welcher von der Mediterranflora handelt.

195. Von den fünf atlantischen Eriken des Textes (vergl. Note 50 u. 59) geht *Erica cinerea* nordwärts bis 62° (Januarwärme in Bergen + 1°, 3); *E. ciliaris* bis 55°; *Daboecia polifolia* und *E. mediterranea* bis 54° (nordwestl. Irland); in Frankreich ist die erstere in den westlichen Pyrenäen häufig, in den centralen selten und übrigens auf zwei sporadische Lokalitäten an der Garonne und unteren Loire, die letztere auf einen einzigen Standort bei Pouillac (Dép. Gironde) beschränkt; *E. vagans* geht nach Norden bis 51° (Cornwallis), in Frankreich nach Osten bis Paris. Im Rhonethal wächst keine dieser Arten, und wenn von *E. cinerea* und *E. vagans* ein isolirter Standort jenseits desselben (Roybons im Dép. Isère) angegeben wird, so beweist dies nur, dass diese Gewächse fähig sind, landeinwärts zu wandern, vorausgesetzt dass sie an einer exceptionellen Lokalität die Bedingungen ihres Fortkommens finden, und deutet eben an, dass dieses im Rhonethal nicht der Fall ist. Die Januarwärme beträgt in Dublin etwa + 3°; in Plymouth + 5°, 6; in Bordeaux + 4°; in Avignon + 3°, 8.

196. Unter den endemischen Gewächsen der Kastanienzone sind mehrere einjährige Pflanzen absichtlich übergangen, die vielleicht anderswoher stammen und mit den Kulturgewächsen verbreitet wurden (*Bromus arduennensis* in Belgien, *Avena Ludoviciana* im Garonne-Gebiet, *Erysimum murale* in Nordfrankreich und Belgien), ferner kleine Organisationen, die leicht übersehen werden (*Arenaria controversa* im Gebiet der Garonne, *Pepelis Boraei* in dem der Loire), sodann *Pyrus salvifolia*, ein Baum der Auvergne, der vielleicht nur klimatische Varietät ist.

197. *Silauis virescens* sollte, wie wir in Grenier's und Godron's französischer Flora angegeben finden, nur in der Ebene von Côte d'Or, auf der Strecke von Dijon bis Beaune, vorkommen: ich besitze sie indessen auch aus den östlichen Pyrenäen (Font de Comps) und nach Bertoloni wächst sie auch in Unteritalien. Nach erneuerter Untersuchung finde ich aber auch die Meinung Boissier's und Neilreich's bestätigt, dass *S. carvifolius* dieselbe Art ist, die ich aus Siebenbürgen, Rumelien, Anatolien und vom Kaukasus vergleiche. Den abweichenden Ansichten Benthams

und Hooker's gegenüber (*Gen. plant.* 1. p. 902. 910) bemerke ich, dass diese Umbellifere von *Silaus pratensis* generisch nicht getrennt werden kann, da in dieser Gattung die Oelgänge der Frucht variabel und ohne systematische Bedeutung sind: das Oel wird entweder in geringer Menge abgesondert (*S. pratensis*) oder sammelt sich in einem, zuweilen auch zwei besonderen Gewebtheilen (*S. virescens*), wogegen die scharf gekielten Rippen der Frucht und die Form der Blumenblätter der Verbindung mit der auch habituell so unähnlichen Gattung *Foeniculum* entgegenstehen, mit welcher jene Botaniker *S. virescens* und *carvifolius* vereinigen wollen.

198. Unter den endemischen Pflanzen des europäischen Tieflands zähle ich folgende 8 Umbelliferen:

in der Gascogne *Ptychotis Thorei*, *Libanotis bayonnensis* und *Laserpitium daucoides*;

in der Bretagne *Eryngium viviparum*;

im Innern Frankreichs *Peucedanum parisiense*;

in Ungarn *Seseli leucospermum*, *Ferula Sadleriana*;

in Russland *Seseli campestre*.

199. Die 16 hier berücksichtigten Pflanzen, welche (abgesehen von etwaiger, in Klammern beigefügter Wiederkehr in Südeuropa) auf die Zonen der Edeltanne und Cerris-Eiche beschränkt sind oder die Buchengrenze kaum überschreiten, und die sich den bereits (Note 60) mitgetheilten Beispielen übrigens unterordnen, sind: *Coronilla montana* (Krim), *Astragalus exscapus* (Spanien, Norditalien), *Trifolium parviflorum*, *Gypsophila fastigiata* (Dalmatien), *Aldrovanda vesiculosa* (Norditalien, vergl. Note 189), *Erysimum crepidifolium*, *Thalictrum angustifolium*, *Th. galioides*, *Isopyrum thalictroides* (Italien; die nordwestliche Vegetationslinie östlicher: Königsberg, Schlesien, Genf), *Bupleurum longifolium*, *Lactuca quercina*, *Cirsium canum*, *Inula germanica*, *Scabiosa suaveolens*, *Allium fallax* (Italien), *Scilla amoena*.

Die beiden auf die Zone der Edeltanne eingeschränkten Pflanzen sind: *Erysimum virgatum* (Südeuropa) und *Gagea saxatilis*. Diese *Gagea* wäre hiernach die einzige endemische Pflanze Deutschlands, über dieses kleine, mit dem ersten Frühling vorüberziehende Pflänzchen kann leicht noch anderswo aufgefunden werden und ist nur auf einer schmalen Zone von der Mark (Frankfurt a. Oder) bis zur Rheinpfalz und vielleicht bis zur Schweiz nachgewiesen, so dass man nicht leicht sagen könnte, von welchem Orte seine Wanderung ausgegangen sei.

200. Die selbständigen, hier allein berücksichtigten, endemischen Pflanzen des ungarischen Flachlandes sind: *Orobos ochroleucus*, *Euphorbia lingulata*, *Kitaibelia vitifolia*, *Melandrium nemorale*, *Alyssum Wierzbickii*, *Seseli leucospermum*, *Ferula Sadleriana*, *Pedicularis campestris*, *Syringua Josikaea*, *Cirsium furiens*, *C. brachycephalum*, *Cephalaria radiata*.

Mit Berücksichtigung von Neilreich's Arbeit (Diagnosen der in Ungarn und Slavonien beobachteten Gefässpflanzen), worin manche Berichtigungen anzuerkennen sind, Anderes (wie die Reduction von *Swertia*

punctata, *Satureja pygmaea* u. s. w.) durchaus unzulässig erscheint, betrachte ich folgende Arten als endemische Gewächse der Karpaten: *Melandrium Zawadzki*, *Stelene dinarica*, *S. nivalis* (*Lychnis* Kit.), *Dianthus callizonus*, *D. Henteri*, *Sceleranthus uncinatus*, *Arabis neglecta* (*A. glareosa* Schur), *Thlaspi dacicum*, *Ranunculus carpaticus*, *Sempervivum patens* (*S. Heuffelii* Scht.), *Saxifraga perdurans* (Tatra), *S. carpatica*, *S. luteoviridis*, *S. Rocheliana*, *S. heucherifolia*, *Chaerophyllum nitidum* (Tatra), *Heracleum palmatum*, *Veronica Baumgartenii*, *Swertia punctata*, *Gentiana phlogifolia*, *Asperula capitata*, *Campanula carpatica*, *C. transylvanica* (*C. thyrsoides* Baumg.), *Chrysanthemum rotundifolium*, *Anthemis tenuifolia*, *Tephroseria Fussii*, *Crepis viscidula*, *Festuca carpatica* (*F. nutans* Wahlenb.), *Alopecurus laguriformis*.

201. Uebersicht der 37 monotypischen Gattungen (die Zahl ist übrigens, wie z. B. aus der Vergleichung mit Christ's alpinen Monotypen (a. a. O. S. 29) hervorgeht, wegen verschiedener Auffassung des Gattungsbegriffs ziemlich unbestimmt).

11 aus den Alpen (auf dieselben beschränkt *Zahlbrucknera*, *Wulfenia*, *Paederota* (2 Arten), *Arctium*; auch auf die Karpaten übergehend *Hacquetia*, auf diese und den Jura *Chlorocrepis*, auf die Pyrenäen und Vogesen *Schlagintweitia*, auf die Apenninen oder andere Gebirge des Mittelmeergebietes *Erinus*, *Tozzia*, *Horminum*, *Aposeris*);

4 aus den Amurfloren (ich zähle nur die als selbständig anerkannten, nämlich die Zanthoxylee *Phellodendron*, die Cucurbitacee *Schizopogon*, die Araliacee *Eleutherococcus*, die Synantheree *Symphyllocarpus*);

3 aus den Pyrenäen (*Xatardia*, *Dethavia*, *Ramondia*);

3 aus dem europäischen Tieflande (*Subularia* im nördlichen Europa, in der arktischen Flora und Nordamerika nur sporadisch; *Arnozeris* allgemein verbreitet und in Spanien wiederkehrend; *Lisorella*, auf das Buchenklimate beschränkt);

einzelne Gattungen in den Karpaten (*Senecillis*, in die Ebene Podoliens hinabsteigend), Ungarn (*Kitaibelia*), Serbien (*Pancicia*), Bosnien (*Zwakkia*), Altai (*Macropodium*), Sibirien (*Amethystea*, bis zum Pontus und Nordchina sporadisch).

Aus den Nachbarfloren stammen nach ihrem Vorkommen 3 monotypische Gattungen (*Diapensia* der norwegischen Fjelde aus der arktischen, *Diotis* der atlantischen Küste aus der südeuropäischen, *Telozya* in Ostsibirien aus der Steppenflora).

Von 7 Monotypen, die in das südliche Europa eintreten, bleibt die ursprüngliche Heimath unbestimmt: drei davon bewohnen das Flachland (*Cucubalus*, *Myagrum*, *Tussilago*), die vier andern das Gebirge, in welchem sie südwärts höher ansteigen (im Westen *Atropa*, im Osten *Lembotropis*, *Bruckenthalia*, *Telekia*).

202. Meine Schätzungen des angenäherten Verhältnisses der auf bestimmte Räume eingeschränkten Pflanzen zu der Gesamtsumme der Gefäßpflanzen erstrecken sich nicht auf die einzelnen Zonen und deren

Kombinationen, was eine viel eingehendere Arbeit, als ich bisher unter-
nommen, erfordern würde. Somit theile ich die Bestandtheile der Flora
nur in folgende Kategorien:

a. Arten, die dem nördlichen und südlichen Europa ge-
meinsam, zum Theil ubiquitär sind, und von denen viele sich
in den höheren Breiten Skandinaviens, sowie ostwärts in
Sibirien nach und nach verlieren 23 Procent.

b. Klimatisch gesonderte Arten des europäischen Tief-
landes, die zum Theil in die Zonen jenseits der Buchen- oder
Eichengrenze eintreten, meist auch in den Gebirgen Süd-
europas, seltener im Steppengebiete wiederkehren 19 „

Darunter westliche Arten der Kastanienzone . 4,3 Proc.

„ östliche Arten, westwärts noch die Zone
der Edeltanne bewohnend 6,6 „

„ „ „ „ westwärts bis zur Zone
der Cerriseiche 7,2 „

„ „ „ „ westwärts nur in der
russischen Eichenzone 0,9 „

c. Klimatisch gesonderte Arten der Gebirge, die zum
Theil diesen und dem nördlichen oder auch dem arktischen
Tieflande gemeinsam sind (mit Einschluss der endemischen
Arten des Tieflands) 26 „

Darunter im Tieflande des Nordens wieder-
kehrend 5 Proc.

„ mehreren Gebirgen gemeinsam . . . 14,4 „

„ endemische Gebirgspflanzen 6 „

„ „ „ Pflanzen des Tieflands 0,6 „

d. Sibirische Arten, von denen nur wenige in die Fichten-
zone Nordeuropas sich verbreiten, ein grosser Theil aber zu
den Gebirgs- oder denjenigen Pflanzen gehört, die aus den
Steppen und aus China abzustammen scheinen 18 „

e. Arten der Mediterranflora, die in die südlichen Theile
des europäischen Gebiets eintreten 11 „

(Die aus der arktischen und Steppenflora abstammen-
den Arten sind unter b. c. u. d. einbegriffen.)

f. Unberücksichtigt blieben 3 „

Weniger Bedeutung lege ich den Verhältnisszahlen der Familien bei,
vorausgesetzt dass sie nicht auf die endemischen Arten einer Flora aus-
schliesslich gestützt sind, was eben hier noch nicht möglich war. Eine
Zusammenstellung der die untere Region bewohnenden Pflanzen ergab
folgende Reihe der 10 artenreichsten Familien: Synanthereen (14 Proc.),
Cruciferen (8), Leguminosen (6—7), Gramineen (6), Umbelliferen (6),
Rosaceen (5—6), Caryophyllen (5—6), Scrophularineen (4), Cyperaceen
(4), Labiaten (3—4). Für die Alpenpflanzen (mit Ausschluss der in der
arktischen Flora wiederkehrenden Arten) erhielt ich folgende Reihe:

Synanthereen (27 Proc.), Cruciferen (7—8), Umbelliferen (7—8), Caryophyllen (6—7), Scrophularineen (5—6), Saxifrageen (4—5), Campanulaceen (4—5), Gramineen (4—5), Primulaceen (4—5), Ranunculaceen (4—5). Beide Regionen weichen aber nicht bloss unter sich bedeutend ab, sondern zwischen der Alpenflora und der arktischen besteht ebenfalls ein grosser Unterschied, namentlich in der Zunahme der Synanthereen, Umbelliferen, Campanulaceen und Primulaceen, sowie in der Abnahme der Cyperaceen, Ericaceen und Saliceen. Insbesondere zeigt die Verhältnisszahl der Umbelliferen, dass die Vegetationscentren der Alpen in Bezug auf diese Familie der europäischen Ebene näher verwandt sind, als der arktischen Flora, und hierin ist das allgemeine Verhältniss ausgedrückt, dass die geographische Lage auf den Bau der Pflanzen nicht minder, als das Klima einwirkt.

203. *Martins, essai sur la végétation des Far-Oeer (Voyages de la Recherche. Géogr. physique, 2. p. 353, vergl. Jahresh. f. 1847. S. 6).*

207. *Guebhard (Bibliothèque de Genève, 1849, p. 89, vergl. Jahresh. f. 1849. S. 35).*

205. *Grisebach u. Schenk, Iter hungaricum, p. 360 (Archiv f. Naturgeschichte, Jahrg. 18):* es werden als Beispiele französischer Pflanzen, die im Banat wiederkehren, *Carex depauperata, brevicollis* und *pyrenaica* angeführt. Die letztere gehört in die Kategorie der, S. 226 erwähnten alpinen Arten, wodurch die Pyrenäen mit den südlichen Karpaten und den serbisch-rumelischen Gebirgen in Beziehung treten. Auch für diese Region darf man wohl annehmen, dass die Verlängerung der Vegetationszeit mit abnehmender Polhöhe von Einfluss sei.

206. *Heinrich (Jahresh. f. 1847. S. 17):* unter gleichen Umständen, wie *Xanthium spinosum*, siedelte sich auch *Inula Helenium* in Mähren an, deren Pappus den gekräuselten Borsten einer Schweinerace des Bakonyer Waldes sich anhängt.

III. Mittelmeergebiet.

1. *Dove, die Verbreitung der Wärme. Monats-Isothermen, Karte 1. u. 2.* Die Isothermen des Januar von 4° bis 8° verlaufen durch das Mittelmeergebiet, die von 0° diesseits der Alpen; die des Juli steigen dort kaum über 20° , nur 4° über diejenige, welche Wien berührt.

2. *Dürer, Regenmessungen am Comer See (Peterm. Mitth. 1864. S. 306).* In den Sommermonaten betragen in der Villa Carlotta nach sechsjährigen Mittelwerthen die Niederschläge etwa 16 Zoll (Juni $6''$, 3; Juli $4''$, 9; August $4''$, 8).

3. Duchartre, Vegetation im Dép. Hérault (*Comptes rendus*, 1844. p. 254, vergl. Jahresb. f. 1844. S. 23). Den Erfahrungen über die Nachteile des Frostes für den Oelbaum im südlichen Frankreich scheint die Angabe Lévèillé's zu widersprechen (*Démidoff, Voyage dans la Russie méridionale*, Jahresb. f. 1840. S. 445), nach welcher in der Krim eine Varietät gebaut werde, die eine Kälte von -18° R. ertragen soll, ohne zu Grunde zu gehen. Ohne die näheren Umstände zu kennen, welche für die Temperatursphäre eines Gewächses stets von so grosser Bedeutung sind, ist über diese auffallende Nachricht schwer zu urtheilen. Vielleicht löst sich der Widerspruch schon dadurch, dass die strengen Kältegrade an der Südseite der Krim sehr vorübergehend auftreten (Koch, die Krim und Odessa, S. 186); schon Pallas sagte vom dortigen Klima, dass der Winter kaum zu spüren sei (Gemälde von Taurien, S. 69). Ein anderer Erklärungsgrund von Lévèillé's Angabe wird weiter unten im Texte erwähnt. Derselbe beruht darauf, dass das Temperaturminimum erst am Ende des Winters einzutreten scheint. Koch (a. a. O.) hat darüber folgende Beobachtungen: 1843. Winter bis zum 17. März: Thermometer nie unter dem Gefrierpunkt; Maximum im Jan. 15° R., im Febr. $13^{\circ},5$; Minimum am 21. März -10° R. 1844. Winter gelinde, aber 11. April $+1^{\circ}$; 13. April -3° . 1840 am ersten Ostertage -8° .

4. Die Zunahme der Winterkälte mit wachsendem Abstände vom atlantischen Meer ergibt sich aus folgenden meteorologischen Beobachtungen. In Gibraltar beträgt die Mitteltemperatur der drei Wintermonate 11° R., in Palermo 9° , in Athen nur $6^{\circ},3$. Die Differenz des kältesten und wärmsten Monats ist in Lissabon $8^{\circ},7$ (Januar $9^{\circ},1$; Juli $17^{\circ},8$: Dove, Temperaturtafeln), in Athen $17^{\circ},7$ (Januar $4^{\circ},1$; August $21^{\circ},8$: Schmidt, Beiträge zur physik. Geographie von Griechenland).

5. Folgende Messungen beziehen sich auf die obere Grenze der immergrünen Region auf den beiden östlichen Halbinseln:

Lycien — 1500' (*Forbes, travels in Lycia*, Vol. 2, vergl. Jahresb. f. 1847. S. 25).

Athos — 1200' (Grisebach, Reise durch Rumelien, 1. S. 302).

Südmacedonien — 12—1300' (das. 2. S. 158).

Nordalbanien — 12—1500' (das. 2. S. 354).

Dalmatien — 1400' (*Visiani, Flora dalmatica*, Vol. 1, vergl. Jahresb. f. 1842. S. 392).

6. Schouw (Europa, S. 82) schreibt der immergrünen Region in Italien eine Mittelhöhe von 1200 Fuss zu. Es ist dabei zu beachten, dass die immergrünen Eichen, die auch am Athos bis 3000' der Region des Laubwaldes beigemischt sind (a. a. O. 1. S. 300), am Monte Pisano in Toskana bis 2700' und auch im nördlichen Apennin bis 2000' angetroffen werden (Schouw in *Dansk. Videnskab. Selsk. Skrifter*, 1849, Jahresb. f. 1849. S. 27). Ihre Höhengrenze ist für das Niveau der Mediterranflora nicht massgebend. Indessen ist auch jener Mittelwerth von 1200' für das

das südliche Italien und für Ligurien, d. h. für diejenigen Theile der Halbinsel, wo die Mediterranflora allein reicher entwickelt ist, nicht zutreffend. Dies ergibt sich aus den Messungen über die Olivengrenze, die hier mit der der immergrünen Region zusammenfällt:

Aetna — 2200' (Philippi in der *Linnaea*, 7. S. 762: die Angabe gilt für die Nordseite des Bergs, am Südabhang steigt der Oelbaum nach Gemellaro — 3000').

Nizza — 2400' (Daum, Bemerkungen über die Landwirtschaft in Südfrankreich, S. 94).

7. Messungen über die Olivengrenze in Spanien und Portugal:

Nordabhang der Sierra Nevada — 3000' (*Boissier, voyage botanique dans le midi de l'Espagne*, p. 407).

Südabhang „ „ „ — 4200' (das.)

Algarvien — 1385' (*Bonnet in Memorias de Lisboa* 1850, vergl. Jahresh. f. 1852. S. 23).

8. Die Linie des ewigen Schnees erreichen die südeuropäischen Gebirge kaum, einige nur deswegen nicht, weil sie der Anhäufung desselben nicht genug Raum bieten. Indessen scheint der die Schneelinie deprimierende Einfluss des atlantischen Meers auch hier aus den Beobachtungen auf den Pyrenäen, so wie aus der freilich von keinem Naturforscher beglaubigten Nachricht über den Gaviarra an der Nordgrenze von Portugal (42° N. B.) hervorzugehen, einen Berg, der nach Bruguière (*Orographie de l'Europe in Recueil de la soc. de géogr.* p. 70) bei einer angeblichen Höhe von 7400' (2403 m.) ewigen Schnee tragen soll (*dépasse la ligne des neiges perpétuelles*). Diese Angaben rühren von dem Geographen Balbi her (*Essai sur le royaume de Portugal*, 1. p. 69, wo es aber heisst „le Gaviarra conserve la neige pendant toute l'année“). Es ist jedoch auffallend, dass Link, der einen Monat lang in der Nachbarschaft des Gaviarra, in dem Badeorte Caldas, verweilte, jenen Berg gar nicht erwähnt und überhaupt der Serra de Gerez, zu deren System er gehört, eine viel geringere Höhe zuschreibt (Reisen durch Portugal, 3. S. 67. 137, wo sie nur auf 3000' geschätzt wird; Gr. Hoffmannsegg kam später sogar am Gaviarra selbst vorüber, ohne diesen Berg zu nennen, das. S. 80). Doch muss die Frage, ob der Gaviarra wirklich ewigen Schnee trage, offenbar auf den nach Oporto segelnden Schiffen leicht zu entscheiden sein. Von Braganza im nordöstlichsten Winkel Portugals sah Link noch im August »einen langen Streifen Schnee« auf dem Gebirge jenseits der Grenze, hier erhebt sich die Sierra de Montezinho bis 7000' (Link a. a. O. 3. S. 42; Willkomm, Strand- und Steppengebiete der iberischen Halbinsel, S. 32). In dem kontinentalen Klima des Kaukasus finden wir in der Nähe des 43. Breitengrads die Schneelinie über 10000' hoch, dagegen im Seeklima der Pyrenäen schon bei 8400' (nach Humboldt).

9. *Durieu, botanical excursions in the mountains of Asturias (Companion to Bot. Magazine*, 1. p. 212): »die Vegetation« Asturiens »ist nur

wenig von der der Bretagne und der aquitanischen Provinzen« Frankreichs »verschieden, bei Oviedo zeigt sie sich der der Gegend von Nantes durchaus ähnlich.

10. Gewöhnlich schreibt man dem spanischen Plateau ein durchschnittliches Niveau von 1800 Fuss zu (Humboldt, Centralasien, 1. S. 123). Allein nach Willkomm's sorgfältigen Vergleichen ist diese Annahme zu niedrig, wie aus folgenden Ergebnissen seiner Untersuchung hervorgeht (Strand- und Steppengebiete, vergl. Jahrb. f. 1852. S. 9):

Mittlere Plateauhöhe von Leon und Alt-Castilien	2560'	(S. 25).
„ „ von Neu-Castilien bis Mancha	2480'	(„).
Ebene von Guadix in Granada	3000'	(S. 45).
Plateau von Navarra, geschätzt zu	1200'	(S. 38).

In der vom Ebro durchschnittenen Steppe von Aragonien schätzt Willkomm das mittlere Niveau auf 400'.

11. Nach Garriga's 25jährigen, meteorologischen Messungen in Madrid (bei Willkomm a. a. O. S. 189) ist der kälteste Monat daselbst der December, der wärmste der August. Die Differenz der Mittelwärme beider Monate beträgt 14° , ist also geringer als in Athen, wo aber die Minima und Maxima nicht so weit aus einander liegen.

Madrid. December. Mittelwärme $+ 5^{\circ}$ R. (Winter $5^{\circ}, 5$).

Minimum $- 5^{\circ}$ R.

August. Mittelwärme $19^{\circ}, 25$ R. (Sommer $18^{\circ}, 8$).

Maximum 32° R.

Differenz der Temperaturextreme 37° R.

Wie viel excessiver das Kontinentalklima der russischen Steppen, als das Plateauklima von Spanien sei, geht daraus hervor, dass nach Dove's Monatstafeln die Januarisothermen $- 4^{\circ}$ R. bis $- 8^{\circ}$ zwischen das Asowsche Meer und Astrachan, die Juliisothermen 16° bis 20° zwischen Tiflis und Orenburg fallen, also die Differenz der Mittelwärme des kältesten und wärmsten Monats etwa 24° (10° mehr als in Madrid) beträgt.

12. 13. Willkomm, a. a. O. S. 187.

14. In Gibraltar dauert die trockene Jahreszeit vom Mai bis zum September (*Keluart, Flora calpensis*: Jahrb. f. 1847. S. 22), ebenso in Algier von Mitte Mai bis zum Herbstaequinoctium (*Hardy in Comptes rendus*, 1847. *Juin*: Jahrb. d. S. 40). In der Küstenregion von Granada verlängert sich zwar die Dürre (in Malaga von April bis Ende September), aber im Mai stehen noch die meisten Pflanzen in Entwicklung und Blüthe (*Boissier, Voyage botanique dans le midi de l'Espagne*, p. 187. 189). Die Milde des Winters, der die Vegetationszeit namentlich bei den einjährigen Pflanzen niemals unterbricht, ergibt sich daraus, dass in Malaga die mittlere Januar-Wärme $9^{\circ}, 8$ R., das Temperatur-Minimum $+ 4^{\circ}, 9$ beträgt, das letztere also fast 10° höher liegt, als in Madrid (Haenseler bei *Boissier* a. a. O. p. 188, vergl. Jahrb. f. 1845. S. 26).

15. Die Uebereinstimmung der catalonischen und südfranzösischen
Grisebach, Vegetation der Erde. I.

Flora ist in Bourgeau's Sammlungen aus den spanischen Ostpyrenäen sehr auffallend und wird durch Colmeiro's Verzeichniss catalonischer Pflanzen bestätigt (*Colmeiro, catalogo de plantas observadas en Cataluña. Madrid, 1846*).

16. Willkomm setzt auf seiner werthvollen Karte der Vegetationsverhältnisse Spaniens die Grenze der östlichen Provinz im Süden an das Kap Nau, zwischen Valencia und Alicante, trennt also die Flora von Catalonien und Valencia nicht, wiewohl er bemerkt, dass die Zahl der endemischen Pflanzen in der letzteren Provinz grösser sei (Strand- und Steppengebiete, S. 263 u. Karte). Ueber die klimatischen Verhältnisse ist man nur ungenügend unterrichtet. Willkomm bemerkt zwar, dass es im Sommer selten regne (das. S. 185), aber wenigstens Barcelona weicht, vermuthlich in Folge örtlicher Eigenthümlichkeiten der Exposition, von dem Mediterranklima in dieser Beziehung erheblich ab. Diese Stadt hat im Sommer 15 Regentage, und wiewohl die Frühlings- und Herbstregen überwiegen, fallen doch auch in den drei Sommermonaten fast 4'' Wasser (42,7 spanische Linien auf 254''' im Jahr: Dove, klimatol. Unters. 1. S. 114). Nach Colmeiro ist der Sommerpassat daselbst ganz unterdrückt: im Sommer herrschen Südwest-, im Winter Ostwinde, also findet anscheinend ein halbjähriger Wechsel von See- und Landwinden statt, indem die Pyrenäen den Nordost in der warmen Jahreszeit abhalten.

17. In Nizza beträgt der Wärmeunterschied des wärmsten und kältesten Monats 12^o,3 R. (Januar 6^o,6, August 18^o,9), in Florenz 16^o R. (Januar 4^o, Juli 20^o: *Schouw, climat de l'Italie*, p. 95). In Nizza kommen während der drei Sommermonate 6 Regentage vor, in Florenz 17 (das. S. 196).

18. Martins (*Essai sur la météorologie de la France* in dem encyclopädischen Werke *Patria*, p. 444) zählt 800 der Mediterranflora eigenthümliche, französische Pflanzen auf, von denen gegen 140 korsikanisch sind; auch sind einige Kulturpflanzen in dieses Verzeichniss aufgenommen.

19. In Viviers bei Montélimart (44^o 30' N. B.) ist das Verhältniss des Sommer- und Herbstregens 243 mm. : 341 mm. (Martins a. a. O. p. 264), in Orange (44^o 8') dagegen 103 mm. : 308 mm. (das. p. 274), wobei noch zu beachten, dass der Sommerregen des Gebiets der Mediterranflora auf Gewitterbildungen beruht, deren vorübergehende Entladung auf die Vegetation ohne Wirkung bleibt (s. u.). In solchen Grenzgebieten sind auch die Unterschiede der Jahre bedeutend: so ist jenes Verhältniss der Niederschläge von Gasparin minder gross angegeben (Viviers 177 : 353, Orange 114 : 222, bei Dove, klimatol. Beiträge, S. 122).

20. Martins hat die kalten Winter des südlichen Frankreichs aufgezählt und bemerkt, dass in einem Jahrhundert etwa fünf bis acht vorkommen (a. a. O. p. 267): sogar in dem milden Hyères sank das Thermometer im Januar 1820 einmal auf — 9^o,5 R. (p. 278).

21. Martins (a. a. O. p. 270. 272).

22. In der ersten Hälfte des April 1867 herrschte bei meinem Aufent-

halt in Hyères und Nizza fast beständiger Mistral und das Thermometer hielt sich zwischen 18° und 20° R., wogegen die Mittelwärme dieses Monats in Nizza nur 10° beträgt (Schouw, a. a. O.).

23. Lorenz (physikalische Verhältnisse im quarnerischen Golfe, S. 57) giebt eine sehr genaue, dem Mistral in allen Hauptzügen entsprechende Beschreibung der Bora von Fiume; die in Pausen wiederkehrenden Windstöße, die ich ähnlich auch unter den Steilküsten der norwegischen Fjorde beobachtete, werden im illyrischen Golf *Refoli* genannt. Ebenso wie der Mistral, ist auch die Bora an keine bestimmte Jahreszeit gebunden. Die Unterscheidungen von der hiedurch charakterisirten eigentlichen und der stetig wehenden Bora, sowie der minder heftigen Borina sind zum Theil als graduelle Abstufungen desselben Phänomens aufzufassen. Bei den Erklärungsversuchen, durch welche L. sie schärfer zu sondern suchte, und die er später selbst modificiren wollte, hat er das Moment überschauen, dass jede Luftmasse, die aus der Höhe in die Tiefe gelangt, die dem Niveau entsprechende Dichtigkeit annehmen muss, was, je nachdem sie von verschiedenen Ausgangspunkten, von höheren Berggipfeln oder aus tiefer gelegenen Thalschluchten herabkommt, zu jenen gewaltsamen Ausgleichungen führen muss, die eben in den Refoli und ihren Pausen sich äussern. Auch der Föhn der Schweizer Alpen kann nicht richtig gewürdigt werden, wenn man ihn nur zu den allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre von Zone zu Zone in Beziehung zu setzen versucht. Gleich jenen Küstenwinden ist er geographisch auf bestimmte Gegenden eingeschränkt und nicht an die Jahreszeit gebunden; weht er in Meridianthälern abwärts, wie vom Tüdi aus durch Glarus, muss er sich rasch erwärmen; kommt er über den Kamm der Alpen, wird er an der Nordseite trocken sein. Vielleicht wird auch seine Verdichtungswärme in eingeschlossenen Thälern, wo die Luft nicht ausweichen kann, intensiver fühlbar, während beim Mistral, wo die Luft an der Küste sich fächerförmig ausdehnen kann, dieser Werth eine in der starken Insolation verschwindende Grösse ist. Alle Umstände wirken zusammen, um die Atmosphäre innerhalb des Mistrals heiter zu erhalten, während da, wo er entsteht, das Entgegengesetzte stattfindet. Dies konnte ich auf der Fahrt von Nizza nach Toulon am 17. April 1867 gut wahrnehmen, als an dem warmen Nachmittage bei von den Alpen herabgehendem Mistral die Wolken an den Bergen sich gewaltig anhäuften, bald die Regengüsse daselbst jede Fernsicht verhinderten und trotz des heftigen Windes aus dieser Richtung der Himmel über uns klar blieb, während die Sonne die nahen, in steter Bildung begriffenen Cumuli beleuchtete.

24. Die Olivenkultur reicht in Italien (abgesehen von den örtlichen Ausnahmen am Comer und Garda-See) nur bis an den nördlichen Apennin (44° N. B.), sie wird noch in der Provinz Perugia, aber nicht mehr bei Bologna und Ravenna betrieben (*Palmieri, topografia dello stato pontificio*, 1. p. 2). Wälder von immergrünen Eichen und Gebüsch von Myrten und *Pistacia Lentiscus* erwähnt Schouw an der adriatischen Seite des Apennin

bei Teramo (42° 40'; Schouw, die Erde, die Pflanzen und der Mensch, S. 93); genauere Nachrichten besitzt man von der immergrünen Vegetation in den Maremnen von Toskana, wo wenigstens einzelne Küstenpunkte, wie die Halbinsel des Argentario bei Orbetello (42° 20') eine grosse Anzahl ligurischer Pflanzen und sogar die Zwergpalme besitzen (*Santi, viaggio per la Toscana*, 2. p. 172).

25. In Rom fällt im Sommer 3" Regen, in Genua 6" (*Schouw, climat*, p. 150), aber die drei Zoll in Rom vertheilen sich auf 15 Regentage (das. p. 196: vergl. oben Note 17). Die Januarwärme beträgt in Rom 5°,7 R. (etwa 1° weniger, als in Nizza), die des Juli 19°,1, also die Differenz des wärmsten und kältesten Monats 13°,4 (1½° mehr, als in Nizza: das. p. 95). Bei Dove sind die Angaben über die Unterschiede des Regenfalls in Rom und Genua noch grösser (klimat. Beitr. S. 120), die über die Temperaturdifferenz der extremen Monate etwas geringer (Temperaturtafeln, S. 25).

26. Wie wenig die Regenmenge auf die Vegetation wirke, zeigt die Erfahrung, dass, während nach Marcel de Serres der durchschnittliche Regenfall in Montpellier 28—29 Zoll beträgt, im J. 1807 nur 17" 3" fielen und dieses Jahr doch die reichste Ernte an Weizen, Wein und Oel gab (Daum, Bemerkungen, S. 33).

27. *Schouw (climat*, p. 195). Die Menge der Niederschläge beträgt in Venedig 32", in Mailand 35",7, in Brescia 47",1 und in Tolmezzo 90" (das. p. 139), die Vertheilung derselben nach den Jahreszeiten verhält sich in Mailand so, dass im Winter 21, im Frühling 24, im Sommer 24 und im Herbst 31 Procent der Gesamtmenge fallen (das. p. 148).

28. Die mittlere Januarwärme des Pogebiets beträgt in Mailand + 0°,5 R., in Bologna + 1°,7, dagegen in Triest + 2°,8. Vergleicht man damit die Mittelwärme des Juli (Mailand 19°, Bologna 20°,7, Triest 18°), so ergeben sich als Temperaturunterschiede des kältesten und wärmsten Monats die Werthe 18°,5 und 19° für die beiden ausserhalb der immergrünen Region gelegenen Orte und nur 15°,2 für die illyrische Küste, die innerhalb derselben liegt (*Schouw*, p. 95).

29. In Triest ergaben die Messungen des jährlichen Niederschlags 41", in Venedig 32" (*Schouw*, p. 140). Im Sommer fallen in Triest 9",4; in Venedig 8",6; Winter und Frühling weichen an beiden Orten nur wenig vom Sommer ab (das. p. 148). Venedig hat im Sommer 19, Mailand 18 Regentage (das. p. 195).

30. 31. Bartling, *de litoribus maris liburnici*, p. 29; Lorenz, physikalische Verhältnisse im quarnerischen Golfe, Karte; Grisebach, Reise durch Rumelien, 2. S. 370.

32. In Janina (1280' hoch) beträgt der Unterschied der Mittelwärme des kältesten und wärmsten Monats 17°,6 R. (Jan. + 1°,7; Aug. 19°,3: Schläfli, Klimatologie von Janina in den Schweizer Denkschr. f. 1862), in Athen 17°,7 (s. Note 4), in Konstantinopel 15°,4 (Jan. + 3°,8; Juli 19°,2: *Tchihatcheff, Asie mineure*, 2. p. 15, nach 10jährigen Messungen.

Nach seinen späteren 16jährigen Messungen, wovon die Monatsmittel nicht angegeben sind, beträgt daselbst die mittlere Wintertemperatur $4^{\circ},2$ R., die des Sommers $17^{\circ},7$: *le Bosphore*, p. 251).

33. Unger, Ergebnisse einer Reise in Griechenland, S. 203.

34. Grisebach, a. a. O. 2. S. 372. Hier ist eine Uebersicht der Grenzen der immergrünen Region nach Leake (*Northern Greece*) und Pouqueville (*Voyage en Grèce*) zusammengestellt.

35. Unger, a. a. O. S. 192. Wenn er unter den Fällen, die für die von ihm widerlegten Ansichten sprechen, auch die Insel Tassos erwähnt, so ist zu bemerken, dass hier noch jetzt die Wälder bis an die Küste reichen.

36. Die jährliche Regenmenge betrug in Athen $9''$, 2 (J. Schmidt a. a. O.), in Janina fielen die $45''$ so unregelmässig, dass die Zahl eigentlicher Regentage im Jahre nur auf 52 geschätzt wurde (Schläfli, a. a. O.). Selbst auf der südlichen und westlichen Abdachung des Peloponnes soll die jährliche Regenmenge nach Boblaye mehr als einen Meter, also nicht viel weniger als in Janina, betragen (Dove, klimatol. Beiträge, S. 115).

37. Die Depression des Landes in der Gegend des Amselfeldes er giebt sich aus folgenden, angenäherten Niveaubestimmungen: Ebene des weissen Drin bei Ipek 1100', bei Prisdren 700'; Tettovo im Quellgebiet des Vardar 850', Ueskueb 560' (Grisebach, a. a. O. 2. S. 112, 127, 320).

38. Der Unterschied der Mittelwärme des kältesten und wärmsten Monats beträgt in Smyrna $18^{\circ},1$ R. (Januar $5^{\circ},2$; Juli $23^{\circ},3$), in Tarsus $14^{\circ},1$ (Jan. $9^{\circ},3$; Juli $23^{\circ},4$: Tchihatcheff, *Asie mineure*, 2. p. 369). Ungachtet der hohen Januarwärme ist indessen die Küstenebene von Cilicien in manchen Jahren zwei bis drei Tage lang von Schnee bedeckt (Kotschy, Reise in den cilicischen Taurus, S. 340): das Temperatur-Minimum liegt nämlich unter dem Gefrierpunkt ($-0^{\circ},4$ R.: Tchihatcheff a. a. O. p. 203). In Chios vertheilen sich die 62 Regentage so, dass in den drei Sommermonaten nur ein einziger vorkam (10. Juni), die meisten in den Januar und März fallen (24: das. p. 251); in Tarsus hat der Sommer 5 Regentage und in dieser Jahreszeit ist leichte Bewölkung, ohne dass es zu Niederschlägen kommt, häufiger, als im Winter und Herbst, weil hier der Sommerpassat wegen der Nähe des Taurus die Küste nicht berührt, im Sommer südliche Seewinde, im Winter nordöstliche Landwinde überwiegen, aber diese lokalen Abweichungen haben auf die Vertheilung der Niederschläge keinen merklichen Einfluss: der Herbst hat 12, der Winter 13 und der Frühling 16 Regentage (das. p. 223, 225). In dem Taurus selbst traf nämlich Kotschy den über ganz Anatolien wehenden Passat, der als Nordnordost während der drei Sommermonate daselbst vorherrschte und sich zuweilen zu heftigem Sturmwind steigerte (a. a. O. S. 355), gerade wie Mistral und Bora bei der so ähnlichen Bildung des Küstengebirgs.

39. Tchihatcheff a. a. O. p. 373. Die für die Vegetation bezeichnenden Werthe des Klimas von Trapezunt und Konstantinopel sind

folgende: Unterschied der Mittelwärme des kältesten und wärmsten Monats in Trapezunt $14^{\circ},5$ R. (Januar $5^{\circ},9$; August $19^{\circ},4$ das. p. 119; vergl. die entsprechenden Werthe für Konstantinopel in Note 32). Temperaturminimum in Trapezunt $-4^{\circ},6$ (das. p. 121), in Konstantinopel $-9^{\circ},4$ (p. 40). Regentage in Trapezunt 96, in Konstantinopel 66, aber während des Sommers dort 28,5, hier nur 6 (p. 124): dort ist der Juni der feuchteste Monat mit 18,5 Regentagen, hier Januar und December mit 30. In Trapezunt vertheilen sich die Niederschläge so über das Jahr, dass auf den Winter 27, den Frühling 19,5, den Sommer 28,5, den Herbst 20,5 Regentage kommen (p. 135).

40. Die immergrüne Region der pontischen Flora ist namentlich durch *Rhododendron ponticum*, *Prunus Laurocerasus*, sowie durch *Azulea pontica* und *Vaccinium Arctostaphylos* bezeichnet, denen mitteleuropäische Sträucher mit abfallendem Laube und einzelne Baumgruppen derselben Heimath beigemischt sind (K. Koch, Wanderungen im Orient, Bd. 2, vergl. Jahrb. f. 1848. S. 363).

41. Abich (*Bullet. Pétersb. phys. math.* 9. p. 1—48; *Journ. geogr. soc.* 21, p. 7: Jahrb. f. 1851. S. 33).

42. Die bezeichnenden klimatischen Werthe von Beirut, Jerusalem und Algier sind: Unterschied der Mittelwärme des kältesten und wärmsten Monats in Beirut $12^{\circ},4$ (Januar $9^{\circ},8$ R.; August $22^{\circ},2$: Dove, Temperaturtafeln), in Jerusalem im Niveau von 2500': 14° (Jan. 7° , August 20° : Dove, Monatsberichte der Berl. Ak. 1867, S. 772), in Algier $10^{\circ},5$ (Jan. $9^{\circ},3$; Aug. $19^{\circ},8$: das.). Regentage in Beirut 81 (Juni—September nur 2), in Jerusalem 69 (Juni—October nur 1: Dove, klimatol. Untersuch. S. 115), in Algier 72 (Juni—August 5, April u. Mai 11, September etwa 4: das. S. 106).

43. Hardy in *Comptes rendus*, 1847, vergl. Jahrb. f. 1847. S. 40.

44. Wildenbruch bei Dove, klimatol. Untersuch. S. 115; Nardi in Peterm. Mitth. f. 1858, S. 38.

45. Im J. 1841—42 wurde der Winterweizen durchschnittlich an folgenden Tagen gesät und geerntet, in Rom 1. Nov. und 2. Juli, in Neapel 16. Nov. und 2. Juni, in Palermo 1. Dec. und 20. Mai, in Malta 1. Dec. und 13. Mai (Daum, Bemerkungen, S. 348, Jahrb. f. 1845. S. 39).

46. Dove, klimatolog. Untersuchungen, 1. S. 110.

47. Bei der Vergleichung der Mitteltemperatur der Vegetationszeit von Malaga und Nizza ergeben sich die Werthe $13^{\circ},8$ und $11^{\circ},8$ R., also gegen die für Nordeuropa zu 13° R. bestimmte Phytoisotherme für Malaga eine geringe Zunahme, für Nizza eine Minderung. Der Werth für Malaga ($13^{\circ},8$) ist die Mitteltemperatur der 8 Monate October—Mai (*Boiss, Voy. en Espagne*, p. 188), der für Nizza ($11^{\circ},8$) bezieht sich auf die 9 Monate September—Mai (Dove, Temperaturtaf. S. 52). In dem letzteren Falle sind nur die Sommermonate ausgeschlossen, in denen am wenigsten Regen fällt. Bei Malaga zeigt sich, wie diese Bestimmungen insofern willkürlich sind, als die Vegetationszeiten verschiedener

Pflanzenformen sich sehr ungleich verhalten: nach Boissier (a. a. O., Jahresb. f. 1845. S. 27) entwickeln sich daselbst die Liliaceen mit den ersten Herbstregen, hierauf folgen die annuellen Pflanzen, die den Winter hindurch blühen und im Juni sämmtlich verdorrt sind; von den Stauden hingegen kommen einzelne erst in der regenlosen Zeit des Juni und Juli zur Blüthe, und, wenn man auf diese Gewächse die Dauer der Vegetationszeit gründen wollte, so würden nur August und September für den völligen Stillstand des Pflanzenlebens übrig bleiben und jener Werth von $13^{\circ},8$ auf 15° R. steigen. Die Bestimmung einer Phytoisotherme hat um so weniger Bedeutung, je verschiedener die klimatischen Bedingungen der in einer Flora vereinigten Pflanzenformen sind.

48. Vaupell, Nizza's Vinterflora, S. 35: »im November haben sehr wenige Pflanzen ihre Blüthezeit, im December so gut wie gar keine.« Ausnahmen, welche die Milde des Winters zulässt, bilden theils solche Gewächse, deren Blüthezeit in den Herbst fällt, aber sich in den folgenden Monaten fortsetzt, theils klimatisch indifferente Begleiter der Kulturgewächse, wie sie auch im nördlichen Europa, wenn Schnee und Kälte ausbleiben, mitten im Winter fortwachsen und blühen können (S. 41). Zu den ersteren gehört *Cneorum tricoccon*, ein kleiner Strauch, der vom September bis zum März in allen Monaten bei Nizza blühend angetroffen wird (S. 34).

49. Die Abhängigkeit der Belaubung und des Laubabfalls der Bäume von gleichen Temperaturen soll nach Linsser's Untersuchung nur in Mitteleuropa stattfinden, dagegen weder in Petersburg, noch in Venedig (die periodischen Erscheinungen des Pflanzenlebens in *Mém. de l'acad. de St. Pétersb.* VII. Vol. 11. nr. 7. p. 36). Seine Angaben beziehen sich auf Durchschnittsworthe von verschiedenen Bäumen, während der im Texte angeführte Satz nur auf gewisse Arten passt, welche in Mitteleuropa einheimisch sind, nicht auf solche, welche von dem Klima ihres Vegetationscentrums, von ihrem natürlichen Klima entfernt wachsen und sich neuen Lebensbedingungen akkomodirt haben. Richtiger ist es, wie in dem Abschnitt über die nordeuropäisch-sibirische Flora gezeigt wurde, bei der Frage, ob die Ordinaten der Temperaturkurve zu Anfang und Ende der Entwicklungsperiode gleich oder ungleich sind, die verschiedenen Bäume zu unterscheiden, als, wie es bei Linsser der Fall ist, hier den Einfluss abweichender Klimate auf denselben Baum allein in Betracht zu ziehen. — Bei diesem Anlass schliesse ich die Beurtheilung der Ergebnisse von Linsser's auf die Wahrscheinlichkeitsrechnung gegründeter Untersuchung über die Beziehungen zwischen Wärme und Vegetation an. Er glaubt ein neues Gesetz ermittelt zu haben, welches das Verhältniss der Temperatur zu den Vegetationsphasen ausdrücke, aber er hat nur das Verdienst, die Sätze, welche ich schon im J. 1838 (*Linnaea*, 12. S. 188) aus Boussingault's Theorie ableitete, durch die jetzt vorhandene, weit umfassendere Zahl von Beobachtungen bestätigt und mathematisch schärfer begründet zu haben. Diese Sätze sind im Texte dahin zusammengefasst,

dass der Eintritt der Entwicklungsphasen theils von der Temperatur, theils von der Dauer der einzelnen Bildungsprocesse abhängt, deren Summe als Vegetationszeit bezeichnet wird. Linsser's Gesetz, seiner physiologisch nicht haltbaren Bestimmungen entkleidet, ist nur ein neuer Ausdruck dieses Verhältnisses, indem er die von einer Phase bis zur anderen der Pflanze zu Theil gewordenen Wärme durch die Wärme der ganzen Vegetationszeit dividirt und hiebei einen unveränderlichen Werth findet, sowie dies bei Boussingault der Fall war, der die mittlere Temperatur irgend einer Vegetationsperiode mit der Zahl der Tage multiplicirte, welche darüber verflossen sind. Das Gesetz Linsser's (S. 34) lautet: »die an zwei verschiedenen Orten den gleichen Vegetationsphasen zugehörigen Summen von Temperaturen über 0° sind den Summen aller positiven Temperaturen beider Orte proportional.« Hiebei ist es physiologisch nicht zulässig, dass der Gefrierpunkt als Grenze der Vegetationszeit angenommen ist, da, wie A. de Candolle bemerkte, der Anfangspunkt der vegetativen Entwicklung bei verschiedenen Pflanzen auf verschiedene Temperaturen fallen kann: für das Ergebniss der Berechnung wird dies von geringem Einflusse sein. Ebenso ist es gleichgültig, ob mit Temperatursummen oder mit Mittelwärmern der einzelnen Vegetationsperioden gerechnet wird, vorausgesetzt, dass sowohl Wärme als Zeit in der Formel vertreten sind, d. h. sowohl die Abscissen als die Ordinaten der Temperaturkurve in Betracht gezogen werden. Man würde schon zu denselben festen Werthen kommen, wenn man nur die Tage einer Vegetationsperiode mit der Summe der Tage der ganzen Vegetationszeit dividirte, da für eine gegebene Temperaturkurve in den Abscissen (den Tagen) schon die Ordinaten (die Temperaturgrade) enthalten sind. Hiemit erledigen sich auch, wie ich glaube, die Einwürfe, welche Sachs (Pringsheim's Jahrbücher, 2. S. 372) gegen Boussingault's Theorie daraus ableitete, dass es für die Keimung eine Temperatur der raschesten Entwicklung giebt, indem Dauer der vegetativen Processe und Wärme sich in mittleren Werthen ausgleichen.

Wenn ich in dem Linsser'schen Gesetze nur eine Bestätigung des Boussingault'schen erkennen kann, so ist doch zu erinnern, dass, wie aus den im Texte von mir angeführten Thatsachen erhellt, demselben keine Allgemeingültigkeit zukommt. Abgesehen von den Einschränkungen der Boussingault'schen Lehre, welche schon früher aus der Tageslänge abgeleitet wurden, äussert sich die Akkomodation einer Pflanze an ein fremdes Klima nicht bloss in einer Verschiebung der Entwicklungszeiten und darin, dass sie sich mit einem geringeren Mass von Wärme begnügen kann, als sie in ihrer Heimath empfängt, sondern sie beruht auch auf dem viel merkwürdigeren Verhältniss, dass sie zu gewissen Zeiten demselben Wärmereiz widersteht, der sie in anderen Monaten zur Entwicklung treibt. Die neuen Thatsachen, welche Linsser's Abhandlung enthält, liegen auch auf diesem dunkeln, physiologischen Gebiete: Er weist ein wirkliches Akklimatisationsvermögen bei gewissen Spielarten von

Cerealien nach, die, nachdem sie in einem Klima von kurzer Vegetationszeit sich ausgebildet hatten, in südlichere Gegenden versetzt, die beschleunigte Entwicklung beibehielten. Die Nachrichten über dieses Verhältniss rühren von Ruprecht her (S. 39), der die Angabe Schübeler's, dass die in Lappland gebaute Gerste in Christiania 55 Tage nach der Saat reif wurde, während die aus südlicheren Gegenden abstammende daselbst einer Vegetationszeit von 88 bis 96 Tagen bedurfte, durch eine ähnliche Erfahrung aus Russland bestätigt und erweitert hat.

50. Grisebach, Reise durch Rumelien, 1. S. 31. 45. — Heer in den Verh. der Schweizer Naturforscherversammlung in Glarus, 1851. S. 54 (vergl. *Bibl. de Genève*, 1852 u. *Bot. Zeit.* 1853). Die Belaubung der zu Funchal gepflanzten Eichen (*Quercus pedunculata*) im Februar wurde, wie von Heer, so auch von Schacht (Madeira, S. 115) und Hartung (Azoren, S. 74) beobachtet. Indessen kommen nach Hartung einzelne Bäume vor, die schon um Weihnachten ihr junges Laub entfalten. Solche Ausnahmen sind individuelle Erscheinungen oder pathologische Zustände, die beweisen, dass die Widerstandskraft gegen die zu unpassender Zeit eintretende Temperatur eine Grenze hat. Hiemit ist die Herbstblüthe zu vergleichen, die bei warmer Witterung zuweilen an Obstbäumen eintritt, und die in Madeira (das. S. 69) bei gewissen Arten zu einem allgemeinen Phänomen wird, besonders beim Pfirsich, auch bei einer der atlantischen Laurineen (*Oreodaphne foetens*). Die Herbstblüthen des Pfirsich aber werden entweder gar nicht befruchtet, oder liefern im Frühjahr wenige Früchte von holziger Beschaffenheit, wogegen die normale Blüthezeit auch dort in den Frühling fällt, wie die Fruchtreife in den Spätsommer. Wie sehr hiebei das Sinken und Steigen der Temperatur in's Gewicht fällt, geht auch aus einer andern Beobachtung Hartung's (das. S. 77) über die Vegetationszeit des Weizens in Madeira hervor, dessen Ernte zu derselben Zeit stattfindet (Ende Mai oder Anfang Juni), obgleich die Saat je nach der Lage der Felder entweder im December oder auch 6 bis 8 Wochen später bestellt wird.

51. Die Temperatur der Vegetationszeit ist nach den Angaben in Dove's Temperaturtafeln berechnet, das Eintreten der trockenen Jahreszeit, als Schluss jener Periode, nach seiner Uebersicht der Regentage in Südeuropa (klimatol. Unters. S. 106, 115). Die Temperatur von Madrid ist aus Garriga's Messungen (Note 11), die von Janina aus Schläfi's Schrift (Note 32) abgeleitet: der letztere Verf. bemerkt zwar, dass die Wiesen am See erst im April grün werden, aber es ist anzunehmen, dass schon der März zur Vegetationsperiode gehöre, da angeführt wird, dass der Mandelbaum schon zu Anfang dieses Monats blühe. Die Angaben über die Vegetationszeit von Madrid rühren von Reuter her (*Essai sur la végétation de la nouvelle Castille*, p. 12), die über Dalmatien von Visiani (*Fl. dalmaticum*), die über Cypern von Gaudry (*Recherches scientifiques en Orient*, p. 124).

52. Guallesio, traité du Citrus; A. de Candolle, Géographie botanique, p. 868.

53. *Boissier, Voyage en Espagne*, p. 113. Auf Willkomm's Vegetationskarte von Spanien umfasst die Kulturgrenze der Citrus-Arten nur die drei Küsten von Südgalicien bis Catalonien, aber Boissier bemerkt, auf die Angaben von Gay sich stützend, dass sie auch an der Nordküste (in Asturien) fortkommen.

54. Vertikale Verbreitung der Agrumen (vergl. Note 6 u. 7):

Granada — 2000' (Boissier a. a. O.).

Nizza — 12—1300' (Daum, Bemerkungen S. 103).

Aetna — 1900' (Philippi a. a. O., jedoch nach Gemellaro hier ebenso hoch ansteigend, wie der Oelbaum).

Cypern — 1500' (Unger, Cypern, S. 355).

55. Unger, daselbst S. 459.

56. Grisebach, Reise durch Rumelien, 1. S. 282.

57. Durch Nichtbeachtung des Variationskreises ist *Quercus Aegilops* als Art sehr verdunkelt worden. Wiewohl Linné sie irrthümlich nach Spanien versetzte, ist sein Name doch nur auf die durch ihre grossen Eicheln ausgezeichnete Velani-Eiche zu beziehen, da er auf den Handel mit diesen Früchten ausdrücklich Bezug nimmt. Erneute Untersuchungen führten mich zu demselben Ergebniss, wie Hooker (*Linn. Transact.* 23. p. 384). Ich berichtige daher, nun auf ein weit grösseres Material mich stützend, meine frühere Auffassung, indem ich die vier genannten Arten auf folgende Weise unterscheide: 1^o. *Q. Aegilops* L., Hook. Blätter eiförmig-oblong, selten schmaler (*Q. trojana* J. Sp., *Q. Aegilops* Oliv.), unterwärts meist grau-behaart: Lappen gewöhnlich abgerundet oder mit kurzer Spitze; Becher gross mit schmalen, langen, zurückgeschlagenen Schuppen. Syrien u. Kleinasien bis zu den jonischen Inseln (Olivier).

— 2^o. *Q. Libani* Oliv. Blätter oblong-lanzettförmig, glänzend, glatt: Lappen mit nadelförmiger Spitze; Becher gross: Schuppen grösstentheils deltaförmig und mit kurzer Spitze. Libanon u. Kleinasien. — 3^o. *Q. castaneifolia* C. A. M. (*Q. Aegilops* Spicil. rum., *Q. macedonica* A. Ol.). Blätter der vorigen Art, zuweilen unterwärts schwach behaart; Schuppen des Bechers grösstentheils schmal und zurückgeschlagen: »Mazenderan, Talüsch«, Georgien, Kleinasien, Macedonien, Albanien. — 4^o. *Q. pseudo-suber* Sant. (*Q. Suber* Gr. Reise durch Rumelien, 2. S. 354). Blätter oblong, schwach sinuirt, unterwärts behaart; Stamm mit Korkrinde; Becher klein: Schuppen grösstentheils deltaförmig. Albanien, Italien, Algerien (*Q. castaneifolia* Coss. in *pl. Kralik* 143!). — Früher hatte ich die drei ersten Arten als Formen einer einzigen betrachtet, und ich muss auch jetzt noch gestehen, dass die Grenzen schwer festzuhalten sind, *Quercus trojana* sich *Q. castaneifolia* beträchtlich nähert und nach Hooker's Abbildungen die Eicheln an demselben Baum in sehr verschiedener Grösse vorkommen, auch die Form der Becherschuppen höchst veränderlich ist. Ich halte es daher für recht wohl möglich, dass künftig meine frühere Ansicht sich doch noch bestätigt. Wenn ich dagegen nach Visiani's Auffassung die Korkeiche als Spielart von *Q. Ilex* aufführte, so war dies

auch in sofern unrichtig, als ich in der albanischen die italienische Eiche Santi's noch nicht erkannt hatte.

58. Grisebach, Reise durch Rumelien, 1. S. 200.

59. Das. 1. S. 246.

60. Willkomm in Bot. Zeit. 1846, vergl. Jahresb. f. 1845. S. 25.

61. Die beiden seltensten Eriken des Dép. Gironde (*E. mediterranea* u. *lusitanica*) blühen daselbst erst im Januar (*Grenier, Fl. de France*, 2. p. 429. 433).

62. Der Granatbaum belaubte sich in Marseille erst in der Mitte des April, später als die Linden, Eichen und Ulmen (Vaupell, Nizzas Vinterflora, p. 16: den 14. April begannen *Punica* und *Vitex agnus castus* auszuschlagen).

63. Cosson beobachtete Wälder von Mandelbäumen zu Saida in Algerien (*Ann. sc. nat.* I. 19. p. 429, vergl. *A. de Candolle, Géogr. bot.* p. 889).

64. *A. de Candolle, Géogr. bot.* p. 856.

65. Metzger, landwirtschaftliche Pflanzenkunde, S. 398. 404.

66. Grisebach, Reise durch Rumelien, 2. S. 149. Die Region der Silberlinde in Macedonien ist auf das Niveau von 1200—1500' eingeschränkt.

67. Das. 1. S. 340. *Tchihatcheff, Asie mineure. Botanique*, 2. p. 462.

68. Belaubung des Feigenbaums in Nizza am 30. März (Vaupell, Nizzas Vinterflora, S. 15), in Hyères am 5. April (das. S. 16). Am Bosphorus belaubt sich die Ulme zu Ende April, der Feigenbaum im März (*Tchihatcheff, le Bosphore et Constantinople*, p. 216).

69. Grisebach, Reise durch Rumelien, 1. S. 171.

70. Unger u. Kotschy, Cyprien, S. 144.

71. *Bertoloni, Flora italica*, 10. p. 266.

72. *Tenore, viaggio per diverse parti d'Italia*, 4. p. 140.

73. Die Systematik der europäischen Pinus-Arten scheint besonders dadurch verdunkelt zu sein, dass die klassischen Abbildungen Lambert's nur wenigen Botanikern zugänglich waren. So muss ich der übrigens sorgfältigen Arbeit Christ's (Verh. der naturf. Gesellsch. in Basel f. 1863) gegenüber das Ergebniss meiner eigenen Untersuchung festhalten. Seine *P. brutia* ist nichts anders, wie meine und Lambert's *P. maritima*, die er irrig zu *P. halepensis* zieht. Dass *P. brutia* Tenore's dagegen die *P. halepensis* selbst sei, ergibt sich aus einem von mir aufbewahrten Zapfen, den Blasius aus dem im botanischen Garten zu Neapel von der durch Tenore bezeichneten *P. brutia* mir überbrachte. Diese ist demnach auch *P. pyrenaica* Parlatores (*Fl. italiana* 4. p. 43. *exclus. syn. Lapeyr.*).

74. Die in Griechenland unterschiedenen Edeltannen (*Pinus cephalonica* u. a.) sind nur Variationen derselben Art (vergl. Unger, Reise in Griechenland, S. 93). Dasselbe gilt nach Parlatores (*DC. prodr.* 16. p. 421) von *P. Nordmanniana* Stev.

75. Meine Untersuchungen über die Bäume der Gattung *Juniperus* ergeben Folgendes:

1. *J. thurifera* L. Beeren langgestielt; Blätter völlig angedrückt, $\frac{1}{2}$ ''' lang, oberhalb des convexen Rückens zur Spitze abgeflacht. — Sierra de Segura (Bourgeau), Sardinien, Atlas (Balansa), cilicischer Taurus 2—6400' (*J. excelsa* Kotschy, Balansa).

2. *J. aegaea* (*J. excelsa* Spicil. rum., Endl.). Beeren sitzend; Blätter von *J. thurifera*. — Küstenregion von Tassos, wo der Baum 30' hoch wird und in Gesellschaft von zwei Pinus-Arten den Wald bildet.

3. *J. foetidissima* W. (*J. excelsa* M. B.). Beeren auf sehr kurzem Stiel; Blätter zuletzt ein wenig abstehend, 1''' lang, oberhalb des stark convexen Rückens an der ebenfalls convexen Spitze meist eingebogen. — Karabagh (Hohenacker), Krim (Steven: Form mit fast drüsenlosem Rücken), cilicischer Taurus 5—6500' (Kotschy, Balansa), Tibet 5—15000' (Thomson). Standorte, von denen ich keine Exemplare vergleichen konnte, sind: Abchasien (Nordmann); Turcomanien (Karatin nach Ledebour), Fontau (Lehmann).

76. Grisebach, Reise durch Rumelien, 1. S. 278.

77. An dem zwischen Cilicien und Syrien gelegenen Golf von Skanderun (Alexandria) sind die Dattelpalmen noch häufig, erreichen hier also 37° N. B. (Aucher-Eloy, *relations de voyages en Orient*, vergl. Jahresb. f. 1843. S. 37).

78. Höhengrenze von *Chamaerops* am Aetna 1000', von *Phoenix* 1680' (Philippi a. a. O.). In Granada ward die Zwergpalme von Boissier bis 1500', von Willkomm bis 2000' angetroffen.

79. *Santi, viaggio secondo*, p. 172. Dass die Zwergpalme weder an der französischen Südküste noch in Korsika bekannt sei, geht daraus hervor, dass sie in Grenier's und Godron's Flora nicht erwähnt wird. An der Riviera wurde sie zwischen Monaco und Villefranche von Gay beobachtet (*A. de Candolle, géogr. bot.* p. 152). Die östlichsten Standorte bei Brindisi und Durazzo sind von Welden angegeben (*Martius, histor. palmarum*, 3. p. 249).

80. Schouw (die Erde, die Pflanzen und der Mensch, S. 42): in Pompeji sind weder Cacteen noch Agaven dargestellt. Die historischen Nachrichten über die Einführung der Opuntien sind von Steinheil (*Boissier's Voyage en Espagne*, 1. p. 25) zusammengestellt.

81. Nach Boissier's Untersuchung (*Voy. en Espagne*, 1. p. 192) erreicht die Zahl der einjährigen Gewächse in der Küstenregion von Granada ihr Maximum. Von 1070 Arten sind daselbst 542 ein-, 46 zweijährig und 482 perennirend, unter den letzteren 19 Bäume und 126 Sträucher oder Halbsträucher.

82. Liebig hat die Meinung geäußert, dass gewisse Gegenden der Lombardei von einer Erschöpfung des Bodens bedroht seien, aber von unrichtigen Wirthschaftssystemen abgesehen, die überall auch unter den günstigsten Naturverhältnissen nachtheilig wirken können, sind die

Gesamterträge der Poebene gewiss gegenwärtig so hoch wie jemals. Die Erneuerungen der Erdkrume, welche vom fließenden Wasser und der Neigung des Bodens abhängig sind, kommen dem Ackerbau in höherem Grade zu Gute, als irgend welche künstliche Hilfsmittel: wäre dies nicht der Fall, wie sollten sich die wildwachsenden Pflanzen auf die Dauer erhalten, da Verwitterung und Verwesung doch zuletzt zur Ernährung ungeeignete Schlussprodukte liefern? Ebenen, die wie Virginien den Gebirgen fern liegen, sind daher viel ungünstiger gestellt, als diejenigen, deren Boden, wie der der Lombardei, von Hochgebirgen, die sie umkränzen, rascher und stetiger erneuert werden.

83. Die griechische Bezeichnung der Tomillares ist von Unger mitgetheilt (Cypern, S. 104). Derselbe bemerkt, dass ein anderer Name für diese Formation in Cypern gebraucht wird, nämlich Trachiotis, was dürres Land bedeutet und daher ebenso, wie Xerovuni, sich auf die Trockenheit des Bodens bezieht, die im Sommer die Matten so steril erscheinen lässt.

84. Schreiner, Steiermarks Waldstand (Berghaus Annalen, 1837. 4. S. 45) schätzte den bewaldeten Raum in ganz Europa auf 20 Procent der Oberfläche. Er nimmt an, dass dieses Verhältniss in Griechenland auf 15, in Italien und Spanien auf 8 Procent sinke, aber ich bezweifle, dass diesem Schriftsteller ausserhalb des österreichischen Gebiets genügende Grundlagen bei seinen Schätzungen zu Gebote standen. Nach Mansólas' 1867 erschienener semiofficieller Statistik von Griechenland beträgt daselbst der von Wäldern bedeckte Raum 11 Procent der Gesamtoberfläche des Königreichs (Gött. gel. Anz. f. 1868. S. 1115, 1117), ist also viel grösser, als man dies gewöhnlich darstellt.

85. Willkomm, botanische Berichte und Vegetationsskizzen aus Spanien und Portugal (Botan. Zeitung, Bd. 4. Bd. 8: vergl. Jahrb. f. 1845 u. 1851).

86. Reuter, *essai sur la végétation de la nouv. Castille*, vergl. Jahrb. f. 1843. S. 28.

87. Grisebach, Reise durch Rumelien, 1. S. 245.

88. Unger u. Kotschy, Cypern, S. 109. Die Maquis von Cypern bestehen aus *Pistacia Lentiscus* und *Juniperus phoenicea*, die der Landzunge des Athos aus *Arbutus Unedo*, *Quercus Ilex*, *Cistus salvifolius* u. *villosus*, *Erica arborea*, *Spartium junceum*, *Calycotome villosa* u. *Anthyllis Hermanniae*.

89. Grisebach, Reise durch Rumelien, 1. S. 35.

90. Unger u. Kotschy, Cypern, S. 371.

91. Grisebach, a. a. O., 1. S. 166.

92. Das. 2. S. 59.

93. Willkomm, die Strand- und Steppengebiete der iberischen Halbinsel, vergl. Jahrb. f. 1852. S. 9.

94. Grisebach, a. a. O., 1. S. 354 u. folg.

95. Massot (*Comptes rendus*, Vol. 17, Jahrb. f. 1853. S. 26).

96. Radde (Peterm. geogr. Mitth. f. 1867, S. 97, Jahresh. in Behm's geogr. Jahrb. 2.).

97. Boissier, *Voyage en Espagne*, 1. p. 213, Jahresh. f. 1845. S. 32.

98. Philippi, die Vegetation am Aetna (*Linnaea*, 7. p. 727—764).

99. Kotschy, Reise in den cilicischen Taurus, S. 373. 375. 415.

Die Niveauangaben sind wahrscheinlich nur Schätzungen. Tchihatcheff's Angabe, dass die Cedern und Tannen am cilicischen Taurus lokal viel höher ansteigen sollten, als Kotschy die Baumgrenze daselbst bestimmt hat, muss unberücksichtigt bleiben, da er seine Angabe später stillschweigend zurückgenommen zu haben scheint (*Asie mineure, Botanique*, 1. p. 309. 504, vergl. 2. p. 494. 496).

100. Forbes, *Travels in Lycia*, Vol. 2. (Jahresh. f. 1847. S. 27).

101. Molendo (Jahresh. des Augsburger naturhist. Vereins. Bd. 18, vergl. Jahresh. im geogr. Jahrb. 2.).

102. Grisebach, *Spicil. Florae rumel.* 2. p. 71. 339. 340.

103. Tchihatcheff, *Asie mineure, Botanique*, 2. p. 73. 480. 481. Hier wird die Buchengrenze des pontischen Gebirgs nach des Verf. Messung zu 5540' (1800 m.) angegeben: nach K. Koch soll sie daselbst lokal 6380' (2274 m.) erreichen (a. a. O. 1. S. 304), aber als obere Grenze der Buchenregion bezeichnet dieser Reisende das Niveau von 5700' (Jahresh. f. 1848. S. 363).

104. Schouw (*Dansk. Videnskab. Sels. Skrift. V. 1: Jahresh. f. 1849. S. 28*). — Im nördlichen Apennin fand Hoffmann die Buchengrenze am Gran Sasso schon bei 5500' (Geognostische Betrachtungen, S. 60).

105. Willkomm, *Prodr. Flor. hispan.* 1. p. 247; Boissier, *Voyage en Espagne*, 2. p. 575.

106. Visiani, *Flora dalmatica*, 1. p. 14 (Jahresh. f. 1842. S. 393).

107. Sendtner (Ausland f. 1849, S. 643; Jahresh. f. 1849. S. 32. 33).

108. Wahlenberg, *Flora Carpatorum*, p. 308.

109. Als östliche Depression der Kastanie könnte man bezeichnen, dass sie in der pontischen Flora und an der Südküste der Krim auf die Uferlandschaft des schwarzen Meers beschränkt sein soll (Tchihatcheff, Ledebour), aber sie wird auch noch in Imeretien und Karabagh erwähnt. Ohne Zweifel ist die Vegetationsperiode dieses Baums kürzer, als beim Oelbaum, aber länger, als bei der Buche.

110. Sommerwärme von Lissabon 17°,3 (Dove's Temp.-Taf.), von Gibraltar 20°,4 (das.), Malaga 20°,2 (Haenseler bei Boissier, *Voyage en Espagne*), Barcelona 20°,0 (Dove). In Mafra (700' über Lissabon) beträgt die Sommertemperatur nur 14°,1 (das.), in Madrid (1940') dagegen 19°,7 R. (das.). Die Jahreswärme von Mafra ist 110°,1, von Lissabon 130°,1 (das.).

111. Schlagintweit, physik. Geographie der Alpen, S. 345.

112. Ob die niedrige Sommertemperatur von Mafra wirklich auf Nebelbildungen beruhe, ist noch weiter zu untersuchen. Der Regenfall des Jahrs ist zwar nicht unerheblich grösser, als in Lissabon (hier 25",

in *Mafra* 40''), aber der Sommer doch fast ebenso regenlos, was freilich die Bildung von Nebeln, die die Erwärmung des Bodens durch die Sonne schwächen, nicht ausschliesst. In den drei Sommermonaten betrug der Niederschlag in *Lissabon* 10,5, in *Mafra* 13,4 Linien (*Dove*, klimatol. Beiträge, 1. S. 114).

113. *Jahresb. f. 1842. S. 390.* Die alpine Flora der *Sierra Nevada* mischt sich nach folgenden 6 Kategorien: endemische Pflanzen dieses Gebirgs, spanische Arten, südeuropäische Gebirgspflanzen, klimatisch indifferente Arten der *Mediterranflora*, mit Mittel- und Nordeuropa gemeinsame Gewächse, und endlich Glieder der arktisch-alpinen Flora.

114. *Boissier, Voyage en Espagne, Vol. 1: Jahresb. f. 1845. S. 25.*

115. *Martins, du Spitzberg au Sahara.* Deutsche Ausgabe, 2. S. 261. -- *Mont Ventoux* das. S. 125.

116. *Link (Bot. Zeitung, 6. S. 667, Jahresb. f. 1848. S. 360).*

117. *La Marmora, itinéraire de l'île de Sardaigne, 1. p. 431. — Tenore, essai sur la géographie physique et botanique du royaume de Naples.*

118. *Scuderi dei boschi dell' Elba (Atti dell' Accademia Gioeni, 1.).*

119. *Grisebach, Reise durch Rumelien, 2. S. 260. 302.*

120. Das. 2. S. 158. 187. Die problematische, höhere Buchengrenze am *Nidgé* (5540' S. 168) ist unberücksichtigt gelassen, die alpine Region am *Peristeri* jetzt auf die wirkliche Baumgrenze, nicht wie früher auf die untere Grenze von *Juniperus nana* bezogen.

121. Das. 1. S. 302.

122. *Spruner (Regensb. Fl. 1842. S. 636: Jahresb. f. 1842. S. 394).*

123. *Unger, Ergebnisse einer Reise in Griechenland, S. 66. 89. 121.*

124. *Grisebach, Reise durch Rumelien, 1. S. 80.*

125. *Koch, Wanderungen im Orient, Bd. 2, vergl. Jahresb. f. 1848. S. 363.*

126. *Wagner, Reise nach dem Ararat, vergl. Jahresb. das. 367.*

127. *Tchihatcheff, Asie mineure, Botanique 1. p. 285.* Die Schneegrenze des *Argäus* wird hier, jedoch nur provisorisch auf 3400 m. gesetzt. Dies entspricht den Schätzungen *Wagner's* über die Schneelinie in *West-Armenien*, wogegen sie weiter ostwärts und in grösserem Abstände vom Meer bedeutend elevirt ist, am *Ararat* sogar bis zu 13300' (*Jahresb. f. 1848. S. 365).*

128. Das. p. 218. Der Südwest herrschte in den Monaten Juli bis September, also zu der Zeit, wo die alpine Flora sich entwickelt, ununterbrochen, und da die *Axe* des *cilicischen Taurus* von Südwest nach Nordost gerichtet ist, kommt der Wasserdampf dieses Seewindes erst weiter ostwärts gelegenen Gebirgszügen zu Gute.

129. Das. p. 299.

130. *Unger und Kotschy, Cyprien, S. 111. 263.*

131. *Radde (in Petermann's Mittheilungen f. 1867. S. 92: Jahresb. im geogr. Jahrbuch Bd. 2).*

132. *Wagner (Augsburger Zeitung f. 1843. nr. 47: Jahresb. f. 1843.*

S. 13); Engelhardt u. Parrot (*Mém. de l'acad. de Pétersb.* 1841, p. 383: Jahresb. f. 1841. S. 420).

133. Allgemein verbreitete Monotypen: eine Leguminose: *Spartium*; 2 Cruciferen: *Carrichtera*, *Calepina*; 1 Primulacee: *Coris*; 1 Convolvulacee: *Cressa*; 1 Labiate: *Rosmarinus*; 6 Synanthereen: *Gatyona*, *Zazantha*, *Geropogon*, *Notobasis*, *Tyrinnus*, *Diotis*.

134. Monotypen, die einzelne Abschnitte des Gebiets verknüpfen: *Pentapera* (Ericacee in Sicilien und Cypem), *Apteranthes* (Asclepiadee an vier Standorten beobachtet, auf den beiden kleinen Inseln Lampedusa und Linosa zwischen Sicilien und Tunis, sodann bei Oran in Algerien und an der gegenüberliegenden spanischen Küste bei Almeria), *Fontanesia* (Oleinee in Syrien, Cilicien, Pamphylien und Sicilien), *Callipeltis* (Rubiacee im Orient und in Spanien und Nordafrika), *Lonas* (Synantheree in der süditalienischen Provinz Terra d'Otranto, in Sicilien und Marokko).

135. Die Verhältnisszahlen zwischen der Anzahl der endemischen Pflanzenarten eines Landes und der in Quadratmeilen ausgedrückten Grösse desselben bieten das einfachste Mittel, die Anordnung und Er giebigkeit der Vegetationscentren zu vergleichen. Ich schätze den zum Mittelmeergebiet gehörenden Raum (meist nach den in Behm's geographischem Jahrbuch Bd. 1 enthaltenen Angaben) auf etwa 33500 d. Quadratmeilen und theile denselben in folgende Hauptabschnitte: 1. Spanien, Portugal und 8 Départements von Frankreich; 2. Nordafrika bis zur Grenze der Sahara; 3. Sardinien und Korsika; 4. Italien und Sicilien; 5. von der griechischen Halbinsel die Küstenlandschaften von Illyrien und Dalmatien, Albanien, Macedonien, Thracien, Thessalien, Griechenland und den Archipel nebst den jonischen Inseln und Kreta; 6. von Kleinasien die Hälfte, von Syrien $\frac{1}{7}$ und dazu noch Cypem. Der Katalog meiner Sammlung enthält aus den einzelnen Abschnitten die in der folgenden Uebersicht zusammengestellten Summen von Arten, die dieselben entweder ausschliesslich bewohnen oder ihre Grenzen nur wenig überschreiten:

1. Spanien (Portugal bis Nizza) 11000 □ Meilen. 782 Arten ($\frac{1}{13}$).
2. Atlasküste. 6000 □ M. 335 A. ($\frac{1}{18}$).
3. Sardinien und Korsika. 600 □ M. 72 A. ($\frac{1}{8}$).
Sardinien allein. 440 □ M. 9 A. ($\frac{1}{50}$; mit Berücksichtigung von mir unbekanntem 12 Moris'schen Arten ($\frac{1}{20}$).
Korsika allein. 160 □ M. 32 A. ($\frac{1}{5}$).
Beiden Inseln gemeinsam: 32 A.
4. Italien von den Alpen bis Sicilien. 4930 □ M. 207 A. ($\frac{1}{25}$).
Sicilien allein. 530 □ M. 87 A. ($\frac{1}{6}$).
Festland von Italien (mit Einschluss der bis Sicilien verbreiteten Arten). 4400 □ M. 120 A. ($\frac{1}{36}$).
5. Griechische Halbinsel. 4740 □ M. 479 A. ($\frac{1}{10}$).
Illyrisch-dalmatische Küste. 390 □ M. 45 A. ($\frac{1}{8}$).
Türkischer Antheil (unvollständig erforscht) 3120 □ M. 160 A. ($\frac{1}{26}$).

Griechenland: Festland und Inseln. 1075 □M. 191 A. ($\frac{1}{6}$).

Kreta. 155 □M. 83 A. ($\frac{1}{2}$).

6. Anatolisch-syrischer Antheil. 6220 □M. 831 A. ($\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{8}$).

Anatolien. $\left\{ \begin{array}{l} 5000 \text{ □M.} \\ 651 \text{ A.} \end{array} \right\}$ ($\frac{1}{7}$).

Syrien. 950 □M. 109 A. ($\frac{1}{9}$).

Cypern. 170 □M. 10 A. ($\frac{1}{17}$).

Die Summe sämmtlicher endemischen Pflanzen des Katalogs (etwa 2700) verhält sich demnach zu der Oberfläche des Mittelmeergebiets so, dass auf etwa 23 Quadratmeilen eine Art kommt ($\frac{1}{13}$), wogegen die Gesamtflora (7000) der Proportion von 5 Quadratmeilen auf eine Art entsprechen würde ($\frac{1}{5}$).

136. Ueber das Verhältniss von Kreta zu Cypern vergl. meinen Bericht im geogr. Jahrb. 2. S. 203.

137. Endemismus in Spanien. Von den 782 endemischen Arten des Katalogs gehören 577 zu 11 Familien, die im Verhältniss zu ihrer Gesamtzahl folgende Reihe bilden: Synanthereen (16 Procent), Leguminosen (12 Pr.), Cruciferen (5 Pr.), Scrophularineen (7 Pr.), Caryophylleen (7 Pr.), Labiaten (5 Pr.), Umbelliferen (fast 5 Pr.), Gramineen (4 Pr.), Cistineen (fast 4 Pr.), Liliaceen (über 3 Pr.), Plumbagineen (3 Pr.). Die grössten Gattungen, nach der Zahl der endemischen Arten geordnet, sind folgende: *Linaria* (33); *Centaurea* (23); *Helianthemum* (20); *Ononis*, *Silene*, *Thymus*, *Armeria* (13); *Saxifraga*, *Statice* (11); *Genista*, *Astragalus*, *Dianthus*, *Arenaria*, *Teucrium*, *Senecio*, *Narcissus* (10); *Ulex*, *Cistus*, *Sisymbrium* (9). Die 18 monotypischen Gattungen sind im Texte erwähnt: *Prolongou*, deren Verhältniss zu anderen Chrysanthemeen mir nicht klar ist, wurde ausgeschlossen.

138. *Durieu, excursions in the mountains of Asturias* (in *Hooker's Companion to the Bot. mag.* 1. p. 213).

139. Endemismus im mediterranen Nordafrika. Von den 335 endemischen Arten des Katalogs gehören 244 zu 10 Familien, die folgende Reihe bilden: Synanthereen (20 Procent), Leguminosen (13 Pr.), Cruciferen (8 Pr.), Labiaten (7 Pr.), Umbelliferen (5 Pr.), Caryophylleen, Gramineen und Liliaceen (4 Pr.), Scrophularineen (3 Pr.), Cistineen (über 2 Pr.). Zu den grössten Gattungen gehören folgende: *Ononis* (10), *Centaurea*, *Silene* (9), *Sinapis* (7), *Erodium*, *Galium*, *Carduncellus* (6), *Astragalus*, *Linum*, *Linaria*, *Thymus*, *Campanula*, *Atractylis*, *Pyrethrum*, *Scilla* (5). Von den monotypischen Gattungen wurden *Kremeria* und *Ludovicia* ausgeschlossen, weil erstere auf *Muricaria*, letztere auf *Hammatolobium* von Benthams und Hooker zurückgeführt worden sind, aber als charakteristische, meist auf den klimatischen Zusammenhang mit dem Orient hinweisende Gattungen können noch folgende bezeichnet werden: die Leguminosen *Hammatolobium*, *Ebenus*, die Cruciferen *Vella*, *Savignya*, *Zilla*, *Muricaria*, die Synanthereen *Zollikoferia*, *Kalhussia*, *Spitzcliu*, *Cuta-*

nanche, *Othonna*, *Cladanthus*, *Anvillea*, die Conifere *Callitris*, die Aroidee *Ischarum*, die Gramineen *Ammochloa* u. *Anthistiria*.

140. Endemismus der Balearen. Die Flora dieser Inselgruppe, welche 87 q. Quadratmeilen misst, enthält bei Cambassèdes (*Enumeratio plantarum ins. Balaear. in Mém. Mus. T. 14*) 664 Gefässpflanzen, von denen 8 Arten nur hier gefunden sind, ausser den im Texte genannten *Brassica balearica*, *Helianthemum Serrae*, *Helichrysum Lamarckii*, *Crepis Triasii*, *Origanum majoricum* und *Leucogon Hernandezii*.

141. Endemismus auf Korsika und Sardinien. Unter den 72 diesem Inselpaar eigenen Pflanzen des Katalogs sind die einzigen Familien mit einer grösseren Reihe von Arten die Labiäten (9 A.), die Synanthereen (8 A.) und die Cruciferen (6 A.). In den meisten Fällen sind die endemischen Pflanzen nur einzelne Arten von grösseren Gattungen und regellos über die Reihe der Familien vertheilt, nur in 7 Gattungen finde ich 2, in einer einzigen (*Armeria*) 4 endemische Arten. Die 4 Labiäten mit kleinen Blattorganen sind: *Mentha Requienii* (Korsika), *Micromeria filiformis* (Korsika und Balearen), *Melissa glandulosa* und *Acinos corsicus* (Korsika u. Sardinien), die 3 anderen kleinblättrigen Pflanzen (mit den beiden Monotypen) sind im Texte genannt, ebenso die endemischen Holzgewächse. In Moris' *Flora sardoa*, in welcher die Dikotyledonen bis jetzt vollendet sind, finde ich noch etwa 12 einigermaßen sicher gestellte, aber mir unbekannt endemische Arten: eine kleinblättrige Labiate (*Micromeria cordata* Mor.) wird daselbst von der variablen und weit verbreiteten *Micromeria microphylla* unterschieden und ist weiter zu vergleichen.

142. Als Beispiele von endemischen Pflanzen auf kleinen Inseln werden erwähnt: *Daucus lopedusanus* auf Lampedusa, *Linaria Caprariae* auf Capraja und Elba.

143. Endemismus in Italien. Von den 207 endemischen Arten des Katalogs gehören 156 zu 12 Familien, die folgende Reihe bilden: Synanthereen (18 Procent), Leguminosen (13 Pr.), Cruciferen (9 Pr.), Umbelliferen (8 Pr.), Gramineen (6 Pr.), Ranunculaceen (5 Pr.), Liliaceen (4 Pr.), Caryophylleen (mehr als 3 Pr.), Scrophularineen (3 Pr.), Labiäten, Rubiaceen und Plumbagineen (fast 3 Pr.). Grössere Gattungen sind: *Ranunculus* u. *Anthemis* (6); *Senecio* (5); *Vicia*, *Medicago*, *Brassica*, *Calendula*, *Helichrysum*, *Allium* (4). Die Holzgewächse sind im Texte erwähnt: Regel zog zu *Alnus cordifolia* auch die kaukasische *A. subcordata*, was mir weiterer Bestätigung zu bedürfen scheint, und wenn es richtig wäre, aus der Reihe der endemischen Pflanzen Italiens den einzigen Baum ausschliessen würde. Von den speciellen Centren enthält der Katalog 3 Aetna-Pflanzen (*Galium*, *Senecio*, *Festuca*, der Speciesname vom Aetna entlehnt), 4 vom apuanischen Apennin (*Silene lanuginosa*, *Santolina pinnata*, *Corradoria* u. *Avena villosa*), 5 von Ligurien (unter denen die ausgezeichnete *Saxifraga florulenta* jedoch vielmehr den Seealpen angehört), 13 aus Unteritalien und 17 aus den Abruzzen. Wie im ganzen

Mittelmeergebiet habe ich fast ausnahmslos nur solche Arten berücksichtigt, die ich durch Autopsie kennen lernte. Das häufige Streben der systematischen Botaniker, in ihrem Wohnbezirk Neues aufzufinden und zu unterscheiden, gestattet selten, die Literatur zu geographischen Vergleichen zu benutzen. So haben die ausgezeichnetsten italienischen Botaniker in ihren Lokalfloren viele Arten beschrieben, welche Bertoloni, der in der entgegengesetzten Richtung zu weit ging, nicht anerkannte. Beispielsweise erwähne ich, das de Notaris (*Prospetto della Flora ligustica*) 20 neue Arten aus den ligurischen Centren beschreibt, unter denen einige, wie er selbst anführt, mit Kulturpflanzen eingeschleppt, andere, die ich kenne, auf diese Küste nicht beschränkt oder als Varietäten zu betrachten sind, womit denn freilich nicht gesagt sein soll, dass nicht auch Wichtiges und Eigenthümliches darunter enthalten sein mag.

144. Endemismus der griechischen Halbinsel. Von den 479 endemischen Arten des Katalogs gehören 372 zu folgenden 11 Familien: Synanthereen (18 Procent), Caryophylleen (9 Pr.), Labiaten (mehr als 8 Pr.), Leguminosen und Umbelliferen (fast 8 Pr.), Cruciferen (7 Pr.), Campanulaceen (6 Pr.), Scrophularineen (5 Pr.), Rubiaceen (4 Pr.), Liliaceen (mehr als 3 Pr.), Boragineen (3 Pr.). Mit Italien verglichen, ergibt sich also deutlich eine erhebliche Zunahme der Caryophylleen, Labiaten und Campanulaceen; eine Abnahme der Leguminosen tritt beiden westlichen Halbinseln gegenüber ein, wogegen Spanien mit seinen zahlreichen Caryophylleen und Labiaten in der Mitte steht, aber in den Campanulaceen ebenfalls zurücktritt. Die grössten Gattungen sind: *Centaurea* (25), *Dianthus* (20), *Campanula* (19), *Silene* (13), *Stachys* u. *Galium* (12), *Trifolium*, *Verbascum* u. *Achillea* (8), *Saxifraga* (7), *Erysimum*, *Senecio*, *Crocus*, *Allium* (6). Beispiele charakteristischer Arten in den einzelnen Centren als Zusätze zu den im Texte erwähnten: in Dalmatien *Seseli tomentosum* u. *globiferum*, *Pyrethrum cinerarifolium*, *Moltkia petraea* (*Lithospermum* A. DC.), letztere bis Montenegro; auf den Gebirgen macedoniens *Silene Asterias*, *Viscaria atropurpurea*, *Alkanna* (2), *Betonica scardica* (bis Serbien), *Tephrosia procera*; in Griechenland *Ebenus Siphthorpii*, *Hymenonema graecum*, *Aristolochia microstoma*, *Merendera attica*; in Kreta *Ricotia cretica*, *Cynoglossum sphacioticum*, *Anchusa caespitosa*, *Symphandra cretica*, *Ammanthus* (2), *Chionodoxa* (2).

145. Endemismus in Anatolien und Syrien. Von den 816 endemischen Arten des Katalogs gehören 679 zu folgenden 12 Familien: Synanthereen (13 Procent), Leguminosen (ebenfalls 13 Pr.), Caryophylleen und Labiaten (9 Pr.), Umbelliferen (8 Pr.), Cruciferen (7 Pr.), Scrophularineen (fast 5 Pr.), Boragineen (fast 4 Pr.), Rubiaceen (über 3 Pr.), Campanulaceen, Liliaceen u. Gramineen (3 Pr.). Die klimatische Analogie mit Spanien ist also in den Leguminosen, mit Griechenland in den Caryophylleen und Labiaten ausgesprochen. Die grössten Gattungen sind folgende: *Centaurea* (25), *Silene* (22), *Astragalus* (20), *Trifolium*, *Hypericum*, *Galium* u. *Campanula* (17), *Anthemis* (15), *Dianthus* u. *Salvia*

(13), *Trigonella*, *Verbascum* u. *Stachys* (12), *Arenaria* (11), *Senecio* (10), *Alyssum* u. *Marrubium* (9), *Onobrychis*, *Bupleurum*, *Nepeta* u. *Allium* (8). Ausser den im Texte angeführten Monotypen sind noch mehrere (5) Umbelliferen als besondere Gattungen unterschieden, die jedoch von Bentham und Hooker nicht anerkannt werden. Als charakteristische Gattungen sind noch folgende den schon genannten hinzuzufügen: für Anatolien *Ebenus*, *Acanthophyllum*, *Ricotia*, *Heldreichia*, *Aethionema*, *Bupleurum*, *Hasselquistia*, *Prangos*, *Wiedemannia*, *Sideritis*, *Alkanna*, *Moltkia*, *Onosma*, *Asyneuma* (*Phyteuma* sp. auct.), *Helichrysum*, *Achillea*, *Acantholimon*, *Crocus*, *Chionodoxa*, *Nephelochloa*, *Colpodium*; für Syrien mit Cilicien *Hammato lobium*, *Ceratocarpus*, *Zosimia*, *Polylophium*, *Ainsworthia*, *Turgenia* (*Lisaea* u. *Turgeniopsis*), *Tordylium* (*Synelcosciadium*), *Prangos* (*Meliocarpus*), *Coriandrum* (*Keramocarpus*), *Munbya*, *Trachelium*, *Michauxia*, *Cousinia*.

146. Prior (früher Alexander) in *Ann. nat. hist.* 17. p. 124, vergl. Jahresb. f. 1846. S. 25.

147. Ein Verzeichniss von Pflanzen der griechischen Halbinsel, die übrigens endemisch sich bis zum südlichen Ungarn oder Croatien verbreiten, enthält über 30 Arten, die jedoch grösstentheils (durch * bezeichnete) Gebirgspflanzen oder doch von der warmen Region ausgeschlossen sind. Charakteristische Beispiele: *Astragalus chlorocarpus**, *Tilia argentea**, *Silene Lerchenfeldiana**, *Moehringia pendula**, *Cardamine carnosa**, *Aurinia sinuata** u. *macedonica* (*A. saxatilis* Spicil. rum., non Auct.), *Bruckenthalia spiculiflora**, *Acanthus longifolius*, *Verbascum leiostachyum**, *Symphytum ottomanum**, *Thymus uicicularis**, *Campanula lingulata**, *macrostachya** u. *divergens**, *Comandra elegans*, *Gymnadenia Froualdii**, *Tamus cretica*, *Sesleria marginata**. Zwei ausgezeichnete Beispiele der Verbindung Griechenlands mit den Steppen des Orients sind *Bongardia chrysogonum* u. *Morina persica*.

148. Beispiele von nordafrikanisch-sicilischen Pflanzen, von denen ich gegen 30 Arten zähle; *Rhus pentaphyllum* u. *dioecum*, *Euphorbia Bivonae*, *Saponaria depressa**, *Polycarpon Bivonae*, *Thlaspi luteum*, *Ranunculus spicatus* (*R. rupestris* Guss.), *Eryngium triquetrum*, *Magydaris tomentosa* (auch Sardinien), *Teucrium pseudoscorodonia*, *Helminthia aculeata*, *Carduncellus pinnatus*, *Microlonchus tenellus*, *Lonicera inodora*, *Anthemis punctata*, *Scabiosa parviflora* (*S. dichotoma* Ucr.), *Iris mauritanica*, *Festuca caerulea*, *Melica Cupani*, *Gastridium scabrum* u. *nitens*.

149. Verzeichniss der Steppenpflanzen, welche in Spanien wiederkehren, mit Angabe der intermediären Standorte, so fern solche bekannt geworden sind: 1. 24 monokarpische Kräuter (22 einjährig, 2 zweijährig): *Trigonella polycerata* (Provence, Ungarn), *T. pinnatifida*; *Silene conoidea* (Südfrankreich, Ligurien, mit Getraide in Belgien angesiedelt), *Cerastium perfoliatum* (Griechenland), *C. dichotomum*, *Minuartia montana*, *Queria hispanica* (Serbien, Griechenland), *Molugo Cerviana* (Griechenland, mit Getraide in den Tropen bis zum Kap); *Helianthemum villosum*

(nahe verwandt mit dem mediterranen *H. niloticum*); *Meniocus linifolius* (illyrischer Fundort nicht bestätigt), *Lepidium perfoliatum* (zweijährig, von den Steppen bis Galizien, Ungarn, Serbien und zum Archipel), *Sisymbrium runcinatum* Lag.; *Lagoecia cuminoides* (Macedonien, Griechenland); *Veronica digitata* (Thracien); *Rochelia stellulata* (Ungarn, Thessalien), *Echinosperrum patukan*, *Lycopsis orientalis*; *Salvia pinnata* (zweijährig), *Ziziphora tenuior*; *Callipeltis Cucullaria*; *Matricaria aurea* (*Cotula* L.: auch Sahara); *Campanula fastigiata* Duf.; *Plantago Loeflingii*; *Scelopora menphitica* (Thracien). — 2. 7 perennirende Kräuter: *Astragalus alopecuroides* (Dauphiné: Identität festzustellen); *Zygophyllum Fabago* (Sardinien); *Peganum Harmala* (Neapel, griechische Halbinsel bis Ungarn); *Gypsophila Struthium* (die spanische Pflanze von Willkomm als *G. hispanica* unterschieden, die Art der kontinentalen *G. fastigiata* nahe verwandt); *Orobancha cernua* (Südfrankreich, auch auf *Artemisia campestris*); *Eurotia ceratoides* (Unterösterreich); *Arundo hispanica* (*Phragmites* Ns., vielleicht klimatische Varietät).

150. Cosson (*Bullet. de la soc. botanique de France*, 1856. Mars): An meinen Exemplaren der Ceder vom Atlas messen die Nadeln 6—8''' , an denen vom cilicischen Taurus 7—10''' .

151. J. Hooker (*Journ. Linn. soc.* 8. p. 145: Bericht im geogr. Jahrbuch, 2. p. 200). Die spätere Nachweisung von *Pinus Peuce* auf dem Kom (S. 316) ist Panic gelungen.

152. A. de Candolle, *Géographie botanique*, p. 611. 640. — Gussone (das. p. 707).

153. Berthelot's handschriftliche Bemerkung zu *Erigeron ambiguus* (im Göttinger botanischen Museum) lautet: „cette Composée, qui a quelques rapports avec les *Conyza*, est devenue très commune sur toutes les côtes de Ténériffe après le dernier ouragan.“

154. Mit der Reiskultur haben sich namentlich Cyperaceen angesiedelt und in die Sümpfe des Landes ausgebreitet. Aehnlichen Ursprungs ist daselbst *Euphorbia hypericifolia* (*E. Prestii* Guss.) und die in den Sümpfen von Bientina beobachteten Pflanzen, welche die italienischen Botaniker für eigenthümlich hielten, lassen sich ebenfalls auf exotische Arten zurückführen, *Hypericum blentinense* auf das nordamerikanische *H. mutillum*; *Scirpus squarrosus* (*Fimbristylis* V.) ist tropisch, *S. Cionianus* (*Fimbr. Savi*) ist noch nicht sicher identificirt.

155. Schouw, die Erde, die Pflanzen und der Mensch (Jahresb. f. 1851. S. 31). Das von Presl behauptete Vorkommen von *Cyperus polystachyus* in Sicilien hat sich nicht bestätigt (*Parlatore, Fl. ital.* 2. p. 25).

IV. Steppengebiet.

1. Humboldt (Centralasien; deutsche Ausg. 1. S. 536) nimmt 76' an; nach neueren Berechnungen beträgt die Depression des kaspischen Meers 80' (Peterm. Mitth. 1861. S. 438).

2. Durchschnittliches Niveau der asiatischen Tafelländer (nach Humboldt a. a. O. 2. S. 383; 1. S. 136): Kleinasien 3000'; Armenien 6000'; Persien 4000'; Afghanistan 6000'; Kelat in Beludschistan 7800'; Gobi 4000'.

3. Das Plateau von Dapsang (16420') im Bereiche des Künlün und Karakorum wird von Schlagintweit als das höchste von Asien bezeichnet (Sitzungsber. der Münchener Akad. f. 1861: Höhenverhältnisse Indiens und Hochasiens, S. 14).

4. Dove, Verbreitung der Wärme; Karte der Monats-Isothermen.

5. Schmid, Meteorologie, S. 509 (nach Maury). Indessen werden auch die Azoren (37—40°) noch von dem Sommerpassat beeinflusst.

6. Die Winterkälte beträgt in Cherson am Dnjepr — 2°, in Astrachan — 6°, in Orenburg — 13° (Dove, Temperaturtafeln, S. 36). Die Temperaturextreme liegen in der Kirgisensteppe und in Chiwa, wo eine Kälte von — 35° beobachtet worden ist, fast ebenso weit aus einander, (Middendorff's Reise, IV. 1. S. 355).

7. Borszczow, die Natur des aralokaspischen Flachlandes (Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschr. 1. S. 276).

8. Fischer u. Meyer, *enumeratio plantarum a Schrenk lecturarum* (Jahresb. f. 1841. S. 422).

9. Borszczow a. a. O. S. 273—293.

10. In Askania nova im Gouv. Taurien betrug der mittlere Jahreswerth der atmosphärischen Niederschläge nur 6'', die sich auf nur 47 Tage vertheilten (Tectzmann in Baer u. Helmersen, Beiträge zur Kenntniss des russischen Reichs, Bd. 11: Jahresb. f. 1846. S. 3).

11. Petermann, Mitth. 1868. S. 404.

12. Schrenk, Reise zum Alatau (Baer u. Helmersen, Beiträge, 7.: Jahresb. f. 1846. S. 30).

13. Struve (bei Borszczow a. a. O. S. 129).

14. Petermann, Mitth. 1868. S. 79.

15. Baer, kaspische Studien, S. 26 (*Bullet. phys. nat. St. Pétersb.* 1855).

16. Guebhardt (*Biblioth. de Genève*, 1849: Jahresb. f. 1849. S. 35).

17. Czerniajew (*Bullet. des naturalistes de Moscou*, 18. 2. p. 132: Jahresb. f. 1845. S. 9). Ruprecht (*Bullet. St. Pétersb.* 1866) hat die ausführlichsten Nachrichten über den Tschernosem Russlands mitgetheilt; er leitet diese Humusablagerung von der heutigen Vegetation ab: allein weder die Bedingungen einer solchen Torfbildung scheinen vorhanden zu

zu sein, noch stehen die Ergebnisse der chemischen Analyse mit Humusbildungen der Gegenwart in Uebereinstimmung.

18. Blasius, Reise im europäischen Russland, 2. S. 222. 264. 297. 313.

19. Claus (in den Beiträgen zur Pflanzenkunde des russischen Reichs. Lieferung 8: Jahresb. f. 1851. S. 2).

20. Lehmann, Reise nach Buchara und Samarkand (Baer u. Helmersen, Beiträge, Bd. 17: Jahresb. f. 1852. S. 28).

21. Basiner, Reise durch die Kirgisensteppe nach Chiwa (Baer u. Helmersen, Beiträge, Bd. 15: Jahresb. f. 1840. S. 370). Nach Kämtz's Berechnung beträgt die Januarwärme in Chiwa — $3^{\circ},7$, die des Juli $24^{\circ},3$. In meinem Berichte über Basiner's Reise ist das Klima der asiatischen Wüstenzone, wie dies häufig geschehen, noch als regenlos aufgefasst, was ich nach den Nachrichten über ihren Schneefall zu berichtigen hatte.

22. Abich, meteorologische Beobachtungen in Transkaukasien (*Bullet. St. Pétersb. Sc. phys.-mathém.* 9. p. 23: Jahresb. f. 1851. S. 33). Auf Abich's Forschungen beruht die im Texte ausgeführte Darstellung des Klimas von Transkaukasien und Armenien.

23. Bezeichnende klimatische Werthe aus dem Kurgebiet u. Schirwan: Tifis (42° N. B. Niveau: 1300').

Temp. des Winters + 1° }
 „ „ Sommers + 19° } (Dove, Temperaturtafeln).

Niederschlag 20" }
 Feuchteste Monate: März-September } (Dove, klimatol. Beitr., S. 138).

Baku (40° N. B. am kaspischen Meer).

Temp. des Winters + 3° }
 „ „ Sommers + 20° } (Wesselowski bei Baer im *Bull. St. Pétersb.* 1859. p. 173).

Niederschlag 13" }
 Feuchteste Monate: September-April } (Dove, klimat. Beitr. a. a. O.).

24. C. Koch, Wanderungen, 3. S. 286 (Jahresb. f. 1848. S. 369).

25. Dove, klimatol. Beiträge a. a. O.

26. Häntzsche (*Virchow's Archiv* f. 1862).

27. Baer, Dattelpalmen an den Ufern des kaspischen Meers (*Bullet. St. Pétersb.* 1859).

28. Beispiele von Höhenmessungen auf der anatolischen Hochebene (nach Kiepert's Karte von Kleinasien): Siwas (am oberen Kisil-Irmak): 3700'; Karahissar (am Fuss des Argäus): 3750'; Salzsee von Kotschissar (Depression im Süden von Angora): 2600'; Kiutahia (südöstlich vom Olymp): 2800'; See von Egirdir (am nördlichen Fuss des westlichen Taurus): 2700'.

29. Die Winterkälte betrug in Kaisaria (im Niveau von 3680') + $10^{\circ},7$, die Sommerwärme $17^{\circ},2$; die Zahl der Regentage wurde auf 69 geschätzt (Tchihatcheff, *Asie mineure*, 2. S. 185: vergl. über das Klima von Madrid Mittelmeergebiet, Note 11).

30. *Spratt u. Forbes, travels in Lycia. Botany.* (Jahresb. f. 1847. S. 26).

31. Zu den höchsten Gipfeln im nördlichen Armenien gehören der Ararat (16250') und der Alages (12880'), beide durch den Thaleinschnitt des Araxes getrennt; weiter östlich erhebt sich in Aserbeidschan der Salawan-Dagh (12200') noch fast ebenso hoch, wie der Alaghes (Angaben auf Kiepert's Karte der Kaukasusländer). Die Depressionen der drei grossen Landseen liegen kaum tiefer, als das mittlere Niveau der Hochebenen von Armenien und Aserbeidschan, der Goktschai 5500', der Wan 5180' und der Urmia 4000' (das.).

32. C. Koch, a. a. O. 2. S. 354. 255.

33. M. Wagner, Reise nach dem Ararat: Jahresb. f. 1848. S. 366. 317.

34. Buhse (*Bullet. St. Pétersb.* 7: Jahresb. f. 1848. S. 368).

35. Die Winterkälte beträgt in Erzerum — 4^o,7, die Sommerwärme 17^o (Dove, Temperaturtafeln, S. 39). In der tiefer gelegenen Stadt Gumri (Alexandropol, 4500') wurde die Winterkälte — 5^o,2, die Sommerwärme 15^o,1 gefunden: die Höhe des Niederschlags betrug 17'' (Abich a. a. O.: Jahresb. f. 1851. S. 39).

36. Abich (*Bullet. St. Pétersb.* 5. p. 321: Jahresb. f. 1848. S. 364).

37. M. Wagner, Reise nach Persien, 2. S. 289 (Jahresb. f. 1851. S. 40).

38. Die mesopotamische Wintertemperatur beträgt in Mosul (36^o N. B.) 6^o,5, in Bagdad (33^o N. B.) 7^o,8, die des Sommers dort 26^o, hier 27^o,2 (Dove's Temperaturtafeln, S. 39).

39. *Coffin, winds of the Northern hemisphere* (Schmid, Meteorologie: Taf. zu S. 504).

40. *Aucher-Éloy, relations de voyage en Orient* (Jahresb. f. 1843. S. 39); Bunge (Petern. Mittheil. f. 1860. S. 205).

41. *Ainsworth, researches in Asia minor, Mesopotamia, Chaldea and Armenia* (Jahresb. f. 1843, S. 38).

42. Das. p. 35.

43. Ritter's Erdkunde, 17. S. 1481.

44. Richter (Ritter's Erdkunde das. S. 1448).

45. Russegger, Reisen, 3. S. 211, 204, 125 (Jahresb. f. 1847. S. 28).

46. Niveau von Palästina (Petern. Mittheil. f. 1855. S. 374): Hebron 2740', Jerusalem 2450', Nazareth 1030'; Jordanquelle 1200'; See von Tiberias — 700', todtes Meer — 1235'; Libanon 9030', Hermon (Anti-libanon) 9500'.

47. Die Wintertemperatur in Jerusalem beträgt 7^o,4; die des Sommers 19^o; der Niederschlag 16'' (Dove im Berliner Monatsber. f. 1867. S. 772: vergl. Mittelmeergeb. Note 42).

48. Die Gebirge von Judäa erheben sich nicht über 4000' (Russegger a. a. O.).

49. *Burckhardt, travels*, p. 248.

50. Bei Coffin (Note 39) fehlen die Sommermonate, aber Burckhardt

(a. a. O. p. 320) bemerkt ausdrücklich, dass in Syrien auch während des Sommers die Westwinde herrschen, und dies wird von Nardi (Peterm. Mitth. f. 1858. S. 38) für Jerusalem bestätigt. Auf Nardi's Beobachtungen beruht die Angabe über die Dauer der Regenzeit in Palästina.

51. Von den biblischen Gewächsen dienen folgende als Beispiele der Vermischung der syrischen Vegetation mit den Floren des Mittelmeergebiets und der Sahara (*Griffith, catalogue of plants collected in Syria by the United States expedition under Lynch*: Jahresb. f. 1850. S. 44). Mittelerrangewächse sind: der Terebinthenbaum (*Pistacia Terebinthus*), der Ysop (*Cupparis spinosa*), der feurige Busch des Moses (*Rubus sanctus*), die Pappel der Genesis (*Styrax officinalis*). An Pflanzen der Sahara und Arabiens sind anzuführen: der Dornstrauch Nubk (*Zizyphus spina christi*), der Apfel von Sodom bei Josephus (*Calotropis proceru*), der Senfbaum (*Salvadora persica*), der Kürbis des Jonas (*Ricinus communis*). Der Balsam von Gilead in der Genesis ist nach dem Standorte *Eluagnus angustifolia*, die Lilie der Bibel *Lilium chalcedonicum*.

52. Niveaubestimmungen aus Persien: nach Grewingk (Verh. der Petersburger mineralog. Gesellschaft f. 1852: Jahresb. f. 1852. S. 21) liegen in Westpersien Teheran (36° N. B.) 4200', Ispahan ($32\frac{1}{2}^{\circ}$) 4400', Schiras ($29\frac{1}{2}^{\circ}$) 4480' hoch, in Khorasan Mesched (36°) 3400'. Kerman an der Kohrudkette ($29\frac{1}{2}^{\circ}$) wurde von Goldsmid (*Journ. geogr. soc.* 1867. p. 279) auf 5000', von Bunge (bei Baer *Mélanges biologiques, Acad. St. Pétersb.* 1859, p. 241) über 6000' geschätzt. Nach Buhse (*Bullet. des naturalistes de Moscou*, 1850: Jahresb. f. 1850, S. 44) senkt sich die grosse Salzwüste bis 2000'; nach Bunge (a. a. O.) liegt die Oase Chabbis in der Wüste von Kerman kaum 1000' hoch über dem Meere: von Lenz (Peterm. Mitth. 1860. S. 226) wird deren Niveau-inessen doch auf 1400', die der Oase Tebes auf 1700' geschätzt.

53. Die wichtigste der persischen Umbelliferen ist diejenige, welche die *Asa foetida* liefert, und die von den Persern Angusch genannt wird. Buhse (a. a. O.) hat sie z. B. bei Jezd beobachtet und bezeichnete sie als *Ferula Asa foetida*. Sie ist von der gleichnamigen Linné'schen Pflanze verschieden: die letztere ward von Bunge *Scorodosma foetidum* benannt und entspricht der Kämpfer'schen Beschreibung. Borssezew (*Mém. de l'acad. de St. Pétersb.* VII. 3) hat hiefür den Beweis geführt, aber nicht dargethan, dass die *Asa foetida* vom *Scorodosma* abstamme, vielmehr die Nachricht Bunge's mitgetheilt, dass diese Umbellifere bei Herat massenhaft vorkomme, ohne benutzt zu werden. Berücksichtigt man, dass Kämpfer's Nachrichten sich auf Laristan und Herat beziehen, dass nach Borssezew (S. 14) Buhse's *Ferula* an dem Kämpfer'schen Standorte in Laristan von Luftus auf's Neue gesammelt wurde, und dass Buhse die Gewinnung der *Asa foetida* von dieser Pflanze behauptet, so ist das Wahrscheinlichste, dass Kämpfer den Irrthum beging, das *Scorodosma* von Herat für die *Ferula* von Lar zu halten, und dass diese letztere die wirkliche Mutterpflanze der *Asa foetida* sei. Hieraus würde sich erklären,

dass Kämpfer's Beschreibung und seine Exemplare zu *Scorodosma* gehören, während die Nachrichten über die Gewinnung des Gummiharzes sich auf die Pflanze von Laristan beziehen. — Von den übrigen persischen Umbelliferen, welche Gummiharze liefern, sind sicher ermittelt *Ferula erubescens* Boiss. für das Galbanum und *Dorema ammoniacum* für das Gummi Ammoniacum: ob das Sagapenum von *Ferula Szovitsiana* DC. stamme, ist noch bestimmter nachzuweisen.

54. Behm, geographisches Jahrbuch, 1. S. 61.

55. Die Zahl der Frucht tragenden Dattelpalmen soll in der Oase Chabbis über 100000 betragen (Bunge a. a. O. und in Peterm. Mitth. f. 1860. S. 214. 223). Diese Oase, so wie die von Tebes besuchte Bunge selbst: auch in der letzteren zählen die Dattelpalmen nach Tausenden und sind, wie dort, von Orangen begleitet.

56. Niveaubestimmungen aus Afghanistan (Hooker u. Thomson, *Flora indica*, 1. p. 253): längs der centralen Gebirgskette, von welcher die Solimanberge der Karten nur die Ausläufer der östlichen Contreforts am Indus sind, liegen Kabul (34° N. B.) 6000', Ghazin ($33\frac{1}{2}^{\circ}$) 7250', Quetta (30°) 5200', Kelat (29°) 7800' (s. Note 1); die Gebirgskette selbst erreicht Höhen von 9000—13000', der Gipfel Koh-i-Baba im Hindukusch 15640' (Bamian am Fusse desselben unter 35° 7900'); in der westlichen Hälfte von Afghanistan wurde das Niveau von Kandahar zu 3200' bestimmt.

57. Irwine (*Journ. of Asiat. soc. of Bengal*: Jahrb. f. 1844. S. 46).

58. Hooker u. Thomson, *Flora indica*, 1. p. 254.

59. Griffith (bei Martius in den Münchener gelehrten Anzeigen: Jahrb. f. 1842. S. 405).

60. Stocks (Hooker, *Journ. of Botany*, Vol. 4: Jahrb. f. 1852. S. 62).

61. Das. (Vol. 2: Jahrb. f. 1850. S. 55).

62. Eigenthümliche Obstbäume in Kabul sind der Sinjet (*Elaeagnus orientalis*) und eine Theophrastee (*Edgeworthia buxifolia*: Irwine a. a. O.). Von südeuropäischen Früchten werden daselbst namentlich Pflirsiche, Aprikosen, Mandeln, Feigen und Granatäpfel erwähnt (Stocks a. a. O.). — Ueber die Zwergpalme von Attok und Beludschistan (*Chamaerops Ritchiana* Griff.) sagt Hooker (*Fl. indica*, 1. p. 256), dass sie mit der südeuropäischen vielleicht identisch sei, was wegen der unterbrochenen Verbreitung höchst auffallend sein würde. Auch bestätigt sich diese Vermuthung nicht, indem nach Wendland's Untersuchung dieselbe sogar generisch von *Chamaerops* zu trennen ist (*Nannorops* Wendl. ined.).

63. Humboldt, dem hierin die Engländer folgen, unterschied vom Himalaja, als der indisch-tibetanischen Kette, den Künlün: zwischen beiden schalten als besondere Hauptkette die Gebrüder Schlagintweit den Karakorum ein, dessen Pässe Thomson als Botaniker erreicht hat. Von der Flora des Künlün, den nur A. Schlagintweit und Johnson bis jetzt überschritten haben, besitzen wir nur erst dürftige Nachrichten.

64. Die höchsten Gipfel sind der Gaurisankar (Everest) in Nepal

27200' und der Dapsang im Karakorum 26430' hoch; der Künlün erhebt sich bis 20640' (Schlagintweit in Münchener Sitzungsber. f. 1861. S. 19).

65. Thomson (*Hooker, London Journal of Botany*, 7. und *Journal of Botany*, 1. : Jahrsb. f. 1848. S. 385—389).

66. *Gerard* (bei *Royle, Illustrations of the Botany of the Himalayan mountains*).

67. Niveau der beiden Hauptthäler des Indus und Yaru: Wasserscheide in der Nähe des Mansarawur-Sees 14450' (Schlagintweit a. a. O. S. 14; Leh 10800' (Ders. in Peterm. Mitth. 1865. S. 235); Hlassa 10950' (Montgomerie nach der Messung der beiden Punditen, Peterm. Mitth. 1868. S. 289). Am Indus nimmt Hooker (*Flora indica*, 1. p. 216) als Westgrenze der tibetanischen Flora die Gegend von Rondu, etwas unterhalb Iskardo (6750') an, wo der Coniferenwald beginnt, allein er bemerkt, dass unterhalb Leh der Charakter der Vegetation dem von Sind ähnlicher wird, weshalb ich das Niveau von 10000' als Scheidepunkt bezeichnet habe. Die Mittelhöhe der ganzen tibetanischen Bodenanschwellung bestimmt Strachey auf 14000' (*Journ. of geogr. soc.* 1853); das mittlere Niveau der Hochebenen im Karakorum und Künlün beträgt (nach 5 Angaben bei Schlagintweit) etwa 15000'; als mittlere Höhen der Pässe über die Hauptketten rechnet dieser Reisende im indischen Himalaja 16700', im Karakorum 17500', im Künlün 16000'. Die obere Grenze des Getraidebaus in Klein-Tibet fand derselbe bei 13800' (Münchener Sitzungsberichte, 1861, S. 25); in Gross-Tibet reicht das Getraide nach der Messung der Punditen (a. a. O. S. 236) nur bis 13100'. Rüben und Rettige, die letzten Produkte des Ackerbaus, werden nach Hooker in Tibet sogar bis zum Niveau von 14100' gepflanzt (*Journ. of Botany*, 2. : Jahrsb. f. 1850. S. 50). Das höchste Niveau, wo Bäume fort kamen, wurde zu 12630' bestimmt (*Populus euphratica* im Klostergarten von Mangnang: Schlagintweit, Münchener Sitzungsber. f. 1865. S. 258), allein Thomson hatte eine Myricarie von baumartigen Wuchs noch bei 13380' wachsen sehen (s. u. Text), und er beobachtete *Juniperus foetidissima* sogar bis 14075' (nach der seinen Exemplaren beigelegten Etikette 5000—15000' engl.). Das höchste, permanent bewohnte Dorf in Tibet, Chushul, liegt 13400', das Kloster Hanle in Ladak 14184' hoch (Schlagintweit das. S. 259).

68. In Leh beträgt die Jahreswärme $+5^{\circ},4$; die des Sommers $12^{\circ},7$; des Winters $-6^{\circ},8$ (Schlagintweit, Sitzungsber. a. a. O. S. 235). Die Sommerwärme in Stockholm ist $12^{\circ},8$; in Alten $9^{\circ},5$ (Dove's Temperaturtafeln).

69. Nach den Untersuchungen Schlagintweit's (a. a. O. S. 249) nimmt die mittlere Temperatur in Hochasien bei einem Niveauunterschied von 350' (390' engl.) um 1° F. ab. Hiernach würde an der Getraidegrenze in Tibet (13800') eine Sommertemperatur von etwa $8^{\circ},7$ R. anzunehmen sein.

70. *Moorcraft, travels in the Himalayan provinces* (Jahrsb. f.

1842. S. 404). Noch günstiger, als Moorcroft, stellt Strachey (a. a. O.) den Verlauf der Jahreszeiten zu Leh dar: nach ihm fehlen daselbst die Nachtfroste von Mitte April bis Mitte September, der beständige Frost dauere nur von Anfang November bis Ende Februar.

71. *Moorcroft* (*Quarterly review*, 1838. 1. p. 169): die Gerste wurde in Leh den 18. Mai gesäet, den 12. September geerntet.

72. *Hooker* (*Flora indica*, 1. p. 215. 227) schloss aus der Feuchtigkeith des Klimas am Brahmaputra, dass das westliche Tibet beträchtlich dürre sei, als das östliche. Diese Meinung schien dadurch unterstützt zu werden, dass nach Turner zu Schigatse am Yaru im Sommer häufige Regenschauer vorkommen, eine Nachricht, die seitdem durch die Reise der beiden Punditen bestätigt worden ist. Allein, was sie übrigens berichten, beweist, dass das Thal des Yaru noch dürre ist, als das des Indus. Es ist daher eine bemerkenswerthe Thatsache, dass Klimate, die zu den trockensten und feuchtesten der Erde gehören (Tibet und Assam), hier geographisch so nahe zusammengedrückt sind.

73. *Montgomerie* (Peterm. Mitth. 1868. S. 290).

74. *Schlagintweit* (Peterm. Mitth. 1865. S. 365. 371).

75. Die Nachricht, dass am Yaru der Damastrauch (*Caragana versicolor*) vorkommt und daselbst das einzige Brennholz liefert (*Hooker, Fl. indica*, 1. p. 227), beweist in Verbindung mit einigen anderen spärlichen Angaben, die man bis jetzt über die Vegetation von Gross-Tibet besitzt, die Uebereinstimmung mit dem Indus-Thal in Ladak.

76. Von kultivirtem Obst in Klein-Tibet werden von Moorcroft und Royle erwähnt: Aepfel, Wallnüsse, Pflirsiche, Aprikosen und Sarsin (*Elucagnus Moorcroftiana*).

77. *Johnson* (*Journ. geogr. soc.* 1867. p. 30) erwähnt Pappeln am Künlün, aber scheint keinen zusammenhängenden Waldgürtel berührt zu haben, als er die Pässe nach Ichi zweimal überstieg. Nach *Schlagintweit* (Note 74) reichen daselbst Wälder aufwärts bis 5500'.

78. *Jacquemont*, *Voyage dans l'Inde*, 2. p. 298: Jahresb. f. 1844. S. 49.

79. *Schlagintweit* (Münchener Sitzungsber. 1861. S. 26).

80. *Grisebach*, Gramineen Hochasiens (Nachrichten der Göttinger Ges. der Wissensch. f. 1868. S. 65—67). Beispiele der Verbindung mit der kaspischen Steppe sind: *Elymus dasystachys*, *Schismus minutus*, *Lasiagrostis splendens*, *Stipa Szovitsiana*; von diesen wurde *Lasiagrostis splendens* von Thomson noch im Niveau von 15000' gesammelt, während dieses Gras zugleich am kaspischen Meer vorkommt, ohne in seiner Gestaltung geändert zu sein. Das höchste Niveau, aus welchem eine tibetanische Graminee vorliegt, ist 16900' (*Poa altaica*, von Thomson gesammelt): ebenso hoch steigt am indischen Himalaja *Festuca ovina var. alpina* Gaud. (von *Hooker* in Sikkim gesammelt).

81. Niveau der Gobi. Die mittlere Plateauhöhe (Note 2) wurde auf dem Durchschnitt von Kiachta nach Peking von Fuss und Bunge zu 4000'

bestimmt, aber in der Mitte senkt sich hier die Hochebene bis 2400' (Humboldt, Centralasien, 1. S. 32). Die Hochsteppen von Daurien haben nur ein Niveau von 2000—2500' (Radde, Reisen im Süden von Ostsibirien, in den Beiträgen zur Kenntniss des russischen Reichs, 23. S. 354). Johnson's Höhenmessungen in Khotan (*Journ. geograph. soc.* 1867. p. 31) umfassen 9 Orte in der weiten Ebene zwischen Yarkand und Kiria (76—80^o O. L.): als Mittel ergab sich für die Lage der Hauptstadt Ilchi ein Niveau von 4250', die äussersten Werthe waren 3870' und 4460'.

82. Humboldt, Centralasien, 1. S. 393. Wie Humboldt selbst über die hier begründete Niveauschätzung von Thianschannanlu in Zweifel blieb, ergibt sich daraus, dass er Kaschgar im Texte eine Höhe von 2640', auf seiner Karte von Centralasien dagegen von 3600' zuschreibt.

83. Humboldt, das. 1. S. 605; Johnson (a. a. O.) p. 6.

84. Walichanow (Erman's Archiv für Kunde von Russland, 21. S. 605—636). Dieser russische Officier kam in der Mitte des September 1858 über den Thianschan nach Kaschgar und verweilte daselbst bis Anfang März 1859. Seine Daten beziehen sich ohne Zweifel auf den Julianischen Styl und sind hiernach im Texte um 12 Tage zurückverlegt.

85. Johnson (a. a. O. p. 5); Walichanow (a. a. O. S. 606. 616. 620).

86. Turczaninow, Flora der Baikalseegegenden (*Bullet. des naturalistes des Moscou*: Jahrb. f. 1842. S. 398).

87. Timkowski (Reise nach China) erwähnt im Sommer meist nördlicher Winde, im Winter Schnee bei westlicher Luftströmung.

88. Radde, Reise im Süden von Ostsibirien (a. a. O. S. 348—438). In den Thälern der daurischen Plateau's fehlt nach diesem Reisenden der Humus fast gänzlich, der Boden ist mit Geröllen bedeckt. Das Niveau wechselt daselbst zwischen 2000' und nicht völlig 3000'.

89. Baer, kaspische Studien, S. 123.

90. Willkomm, Strand- und Steppengebiete der iberischen Halbinsel (Jahresbericht f. 1852. S. 14, wo die sinnreiche Idee des Verfassers noch nicht gewürdigt wurde: später habe ich mich durch Beobachtungen der Formenreihe von *Atriplex hastatum* an der Nordseeküste von deren Annehmbarkeit überzeugt).

91. Basiner (*Bullet. de l'acad. de Pétersb.* 2. p. 199: Jahrb. f. 1843. S. 43; dessen Reise nach Chiwa in den Beiträgen zur Kenntniss des russ. Reichs, 15. S. 93: Jahrb. f. 1846. S. 373 u. 434).

92. Meine Sammlung enthält gegen 100 Arten von Traganthsträuchern: unter diesen sind 47 aus Persien und Afghanistan, 16 aus Armenien und Kurdistan, 15 aus Anatolien, 5 aus Transkaukasien, 3 aus Syrien, 1 aus der Krim, und 10 aus dem übrigen Südeuropa. Die persischen Arten sind indessen durch die reichen Gaben Bunge's, des Monographen der Gattung *Astragalus*, besser vertreten, als die aus den übrigen Gegenden des Orients. Nach einer mündlichen Mittheilung schätzt

Bunge die Zahl der ihm bekannt gewordenen Astragalus-Arten aus dem Steppengebiet auf 800 (wobei die wenigen aus anderen Theilen der alten Welt, nicht aber die nordamerikanischen mitbegriffen sind, von denen Asa Gray bereits eine Anzahl beschrieb): meine Sammlung aus dem Steppengebiet enthält 328 Arten.

93. *Ainsworth* (*Journ. geogr. soc.* 9. p. 258).

94. *Blasius*, Reise im europäischen Russland, 2. S. 274. Gewöhnlich werden nur die Artemisien als Burian bezeichnet, Blasius erwähnt auch *Verbascum*, *Euphorbia*, *Achillea*, Disteln als Gattungen, die zum Brennmaterial benutzt werden.

95. *A. de Candolle*, *Géographie botanique*, p. 541.

96. Teetzmann (in den Beiträgen zur Kenntniss des russischen Reichs, 11: Jahresb. f. 1846. S. 7). Die Gräser, welche in den südrussischen Steppen vorzugsweise die Thyrsa bilden, sind *Stipa pennata* und *St. capillata*.

97. *Claus*, Lokalfloren der Wolgagegenden (in den Beiträgen zur Pflanzenkunde des russischen Reichs, 8: Jahresb. f. 1851. S. 7). Der Verf. erwähnt 8 Arten von Zwiebelgewächsen als charakteristisch für die Wolgasteppe: 3 Tulpen (*Tulipa Gesneriana* roth und in der Blumenfarbe wechselnd, *biflora* weiss u. *Biebersteiniana* gelb), 2 Fritillarien (*F. ruthenica* u. *minor*), *Scilla sibirica*, *Gagea lutea*, *Bulbocodium ruthenicum*; daneben *Iris aequiloba*.

98. *Baer*, kaspische Studien, S. 119. 127. 137. 122. 142.

99. *Gr. Cancrin* (*Erman's Archiv* f. 1841: Jahresb. f. 1841. S. 419).

100. *Corniess* (bei Köppen in den Beiträgen zur Kenntniss des russischen Reichs, Bd. 11: Jahresb. f. 1846. S. 6). Unter den vorherrschenden Gewächsen der südrussischen Steppe sind auf Corniess's Planzeichnungen folgende Arten besonders bezeichnet (die beigegefügt Ziffern beziehen sich auf die im Texte erwähnten drei Bodenklassen): *Festuca ovina* (1), *Stipa pennata* u. *capillata* (3), *Triticum cristatum*, *imbricatum* u. *repens* (1, 2), *Koeleria cristata*; *Carex* sp.; *Statice tatarica* u. *latifolia*; *Thymus Marschallianus* (1), *Salvia sylvestris* u. *nutans*; *Linosyris villosa*, *Artemisia austriaca*, *Pyrethrum millefoliatum*, *Centaurea Scabiosa*, *Sonchus asper*; *Medicago sulcata* (1); *Euphorbia Gerardiana* u. *tenusifolia*; *Dianthus guttatus* u. *capitatus*; *Adonis vernalis*). Nach Teetzmann (Note 96) lässt sich das Verhältniss der Individuen in der nogaischen Steppe durch folgende Ziffern ausdrücken: 1000: *Stipa capillata*; 300: *St. pennata*; 140: *Triticum repens*, *Medicago falcata*; 120: *Artemisia austriaca*, *Achillea millefolium* u. *Gerberiana*; 80: *Vicia Cracca*; 20: *Pyrethrum millefoliatum*; 10: *Linosyris villosa*, *Inula germanica*, *Salvia pratensis*, *Sal-sola Kali*.

101. *Buhse* (*Bullet. des naturalistes de Moscou*, 1850: Jahresb. f. 1850. S. 45). Das Weideland am Fusse des Elborus gewährt, nach dem Ausdruck des Reisenden, einen seltenen, überraschenden Anblick auf dem persischen Tafellande.

102. Borszczow (Note 7) S. 273. 107. 288.

103. Schlagintweit (Münchener Sitzungsber. 1861. S. 23). Schneelinie der drei Ketten des Himalaja (in Pariser Fuss und abgerundet):

Nordseite des Künlün	14200'	}	14500'
Südseite „ „	14800'		
Nordseite des Karakorum	17450'	}	17800'
Südseite „ „	18200'		
Nordseite des indischen Himalaja	16300'	}	15750'
Südseite „ „	15200'		

Die älteren Angaben Hooker's über die Schneelinie des Himalaja (*Journ. of Bot.* 3. p. 27: Jahresb. f. 1851. S. 43) sind für Tibet noch etwas höher (18300'), für die Südseite der indischen Kette in Sikkim niedriger (13800'). Späterhin jedoch hat Hooker diese Werthe emendirt, indem er für Sikkim (*Fl. ind.* 1. p. 179) 15000', für Tibet (das. p. 217) etwa 17000' und an der Südseite des Karakorum 18700' annimmt.

104. Sommerwärme in Tiflis 18^o,8; in Pau 14^o,5 (Dove's Temperaturtafeln).

105. Die Gebirge des Steppengebiets bilden, nach der Erhebung ihrer höchsten Gipfel geordnet, folgende Reihe: Alatau 13000', Hindukusch 15600', Taurus (Ararat) 16250', nach andern Angaben 15900', persischer Elborus 17300', Kaukasus 17400', Thianschan 20000', Himalaja 27200'.

106. Ruprecht (*Bullet. de l'acad. de Pétersb.* 1861: Peterm. Mittheilungen, 1862. S. 185). Die angenommene Grenze der Waldregion ist das Mittel aus zwei Angaben (6940' und 8440'). Auf der von der russischen geographischen Gesellschaft im J. 1868 herausgegebenen Karte des Kaukasus wird die Birkengrenze zu 7800' (7788') gesetzt (Peterm. Mitth. f. 1869. S. 57).

107. Radde (Peterm. Mittheilungen, 1867. S. 12. 92: Bericht in Behm's geogr. Jahrb. 2. S. 204): vergl. im Mittelmeergeb. den zu Note 131 (dasselbst) gehörigen Text.

108. Abich (nach Behm's geogr. Jahrb. 1. S. 262): Mittel aus den beiden nach der Exposition unterschiedenen Angaben 10300' und 11300'. Nach der neuen Kaukasuskarte (Note 106) schwankt die Schneegrenze zwischen 8900' und 11700': an der Nordseite liegt sie oft mehr als 1000' höher, als an der Südseite.

109. Semenow (Peterm. Mittheil. 1858). Ich habe die hier gegebenen Niveauangaben als mittlere beibehalten: über einige später veröffentlichte, detaillirtere Modificationen vergl. Zeitschr. für Erdkunde, 1869. Bd. 4 (Ber. in Behm's Jahrb. III).

110. Koch, Reise durch Russland, 2. S. 55 (Jahresb. f. 1844. S. 32).

111. Dasselbst, 1. S. 250.

112. *Pinus Schrenkiana* wird von Ledebour als *P. orientalis* var. *longifolia* (mit etwa Zoll langen Nadeln) aufgefasst. Es herrschen indessen hier systematische Schwierigkeiten, die ohne erneute Untersuchung un-

lösbar sind. Schrenk unterschied am Alatau zwei Tannen (Jahresb. f. 1846. S. 31) und schrieb der einen hängende, der anderen aufrechte Zapfen zu. Die letztere ist *P. Schrenkiana*, die erstere wahrscheinlich die sibirische Tanne (*P. Abies var. obovata*: vergl. Waldgebiet, Note 33). Da nun aber bei *P. orientalis* die Zapfen ebenfalls herabhängen, so müsste *P. Schrenkiana* eine besondere Art sein, wenn man nicht annehmen wollte, dass auch hier derselbe Irrthum stattgefunden habe, den Ledebour nach Middendorff's Versicherung bei *P. obovata* beging. Aber die Unsicherheit über die Richtung der Zapfen ist leicht begreiflich, da, um sie festzustellen, der Reifezustand eingetreten sein muss. Durch Parlatore's Bearbeitung der Coniferen (*De Candolle, Prodronus*, 16. p. 415) ist die Frage nicht aufgeklärt, indem er, Ledebour folgend, *P. obovata* von *P. orientalis* durch aufrechte Zapfen unterscheidet und *P. Schrenkiana* als Spielart der ersteren aufführt. Mir erscheint in Erwägung des Umstandes, dass nach Schrenk zwei verschiedene Tannen am Alatau vorkommen, es doch am wahrscheinlichsten, dass *P. Schrenkiana* zu *P. orientalis* gehöre, und auch Semenow bemerkt, dass diese beiden Tannen sich sehr nahe stehen.

113. Vergl. Mittelmeergebiet S. 317 und Note 75 (daselbst).

114. Bunge, *reliquiae botanicae A. Lehmanni* (*Mém. de l'acad. de St. Pétersb. Savants étrangers*. 1852: Jahresb. f. 1852. S. 39).

115. Ledebour, *Flora rossica*, 3. p. 683: die turkomanischen Exemplare von *Juniperus foetidissima* W. (*J. excelsa* MB.) rühren von Karelin her, der hauptsächlich in dem südlich vom Ural gelegenen Theile der Kirgisensteppe sammelte.

116. Schrenk (in den Beiträgen zur Kenntniss des russischen Reichs, Bd. 7: Jahresb. f. 1846. S. 30).

117. Abich (*Bulletin de l'acad. de St. Pétersburg*, 5.: Jahresb. f. 1846. S. 28).

118. Hohenacker, Höhenprofil des südwestlichen Persiens (nach Kotschy's Beobachtungen: Jahresb. f. 1846. S. 27).

119. Abich (*Journ. of the geographical society*, 21. p. 5: Jahresb. f. 1851, S. 39).

120. Hooker, *Journ. of botany*, 3. p. 180: Jahresb. f. 1841. S. 442.

121. Lehmann, Reise nach Buchara und Samarkand (Beiträge zur Kenntniss des russ. Reichs, Bd. 17: Jahresb. f. 1852. S. 34).

122. Beispiele weiter Verbreitung im Steppengebiete vom kaspischen Tieflande bis Persien und Tibet: *Sophora alopecuroides*, *Cicer songaricum*, *Caragana pygmaea*; *Prunus incana*, *Spiraea hypericifolia*, *Potentilla bifurca*; *Geranium collinum*; *Tetradiclis salsa*; *Tamarix Pallasii* u. *laza*; *Hypericum scabrum*; *Althaea ficifolia*; *Silene supina*, *Cerastium davuricum*, *Holosteum liniflorum*; *Frankenia pulverulenta*; *Cleome ornithopodioides*; *Alyssum hirsutum*, *dasy carpum* u. *obtusifolium*, *Chorispora tenella*, *Erysimum sisymbroides*, *Leptaleum linifolium*, *Goldbachia laevigata*, *Sterigma sulfureum*; *Hyoscyamus pusillus*; *Arnebia cornuta*; *Marrubium astracani-*

cum, *Ziziphora clinopodioides*; *Asperula supina*; *Campanula Stevenii*; *Picris strigosa*, *Acroptilon Picris*, *Centaurea squarrosa*, *pulchella* u. *glabrifolia*, *Artemisia salsoloides*, *fragrans* u. *armeniaca*, *Achillea micrantha*; *Cephalaria centauroides*; *Acantholimon Hohenackeri*; *Atraphaxis spinosa*; *Anabasis aphylla*, *Salsola brachiata*, *Atriplex verruciferum*, *Ceratocarpus arenarius*; *Ephedra monostachya*; *Iris Gueldenstaedtii*; *Triticum prostratum*, *Elymus dasystachys*, *Bromus crinitus*, *Glyceria caspia*, *Schismus minutus*, *Aristida pungens*, *Lasiagrostis splendens*, *Stipa Szovitsiana* u. *orientalis*.

123. In Ledebour's *Flora rossica* zähle ich unter 1446 Gefässpflanzen aus der Kirgisensteppes (*Sibiria uralensis* bei Ledeb.) 96 Chenopodeen, also 6,6 Procent; in dem Verzeichniss mongolischer Pflanzen bei Maximowicz (*Fl. amur.* p. 430. 479: *Mongolia chinensis et daurica*) beträgt die Zahl der Chenopodeen nach dessen Berechnung 6,9 Procent. Ich selbst besitze aus dem kaspischen Depressionsgebiete 63 endemische oder wenig über dessen Grenzen hinausreichende Chenopodeen, was sogar 9 Procent ergibt. In meiner Sammlung von Pflanzen des ganzen Steppengebiets sind nur 3 bis 4 Procent Chenopodeen enthalten, was auf eine Abnahme der Familie in südlicher Richtung beruht, wovon jedoch Khorasan vielleicht eine Ausnahme macht.

124. Buhse, Aufzählung der auf einer Reise durch Transkaukasien und Persien gesammelten Pflanzen, S. XIX: als ausgezeichnete Bäume dieser Wälder werden hier genannt *Parrotia persica*, *Albizzia Julibrissin*, *Gleditschia caspica* und *Pterocarya caucasica*, von denen nur die letztere den Kur bis zu dem kachetischen Abhänge des Kaukasus überschreitet. Diesen Bäumen sind von Bunge (Peterm. Mitth. f. 1860. S. 205), der *Albizzia* in Masenderan nicht wild sah, *Quercus castaneifolia* u. *macranthera*, *Platanus Richardi*, Ahorn, Buchen und einige andere hinzugefügt. Nach der dem Werke beigegebenen Karte erstreckt sich der Wald an der kaspischen Küste von der Mündung der Astaras ($38\frac{1}{2}^{\circ}$ N. B.) fast ununterbrochen bis über Asterabad hinaus, und die Nordseite des Elborus soll nach Bunge bis zum Niveau von 8000' bewaldet sein: aber schon bei 3000' hören mehrere der charakteristischen Bäume auf, am höchsten steigt *Carpinus orientalis*.

125. Die 9 monotypischen Cruciferen Persiens, welche ich verglichen habe, sind: *Clastopus*, *Alyssopsis*, *Brossardia*, *Chalcanthus*, *Buchingera*, *Fortuynia* (eine Art in Afghanistan); sodann die drei alpinen Gattungen *Graellsia*, *Didymophysa* und *Zerdana*.

126. Reihe der vorherrschenden Familien. In meiner Pflanzensammlung aus dem Steppengebiet vertheilen sich die artenreichsten Familien in folgender Reihe: Synanthereen (16—17 Procent), Leguminosen (13—14), Cruciferen (10), Labiaten (8), Caryophyllen (7—8), Boragineen (4), Gramineen (3—4), Chenopodeen (3—4), Umbelliferen (3—4), Scrophularineen (3), Liliaceen (2—3). Diese Verhältnisszahlen weichen von denen der spanischen Floren hauptsächlich durch die Zu-

nahme der Chenopodeen und Boragineen, durch die Verminderung der Scrophularineen und durch den fast völligen Mangel der Cistineen ab. Die artenreichsten Gattungen meines Katalogs sind: *Astragalus* (328), *Silene* (88), *Centaurea* (73) und *Artemisia* (46).

Aus den einzelnen Abschnitten des Gebiets habe ich die Verhältnisszahlen nur in den Fällen zu bestimmen gesucht, wo die Materialien einigermaßen zu genügen schienen.

Kaspisches Depressionsgebiet. Unter 530 Arten waren Leguminosen 19 Procent, Synanthereen 15—16, Chenopodeen 9, Cruciferen 7, Boragineen 6, Gramineen 5, Caryophyllen 4, Liliaceen 4, Umbelliferen 3, Labiaten 2, Scrophularineen 2. Aus diesen Ziffern ergibt sich eine Zunahme der Chenopodeen und Leguminosen (Astragaleen), eine Verminderung der Caryophyllen und Labiaten.

Anatolien (unsicher wegen der Vermischung mit Mediterranpflanzen). Von 900 Arten waren Synanthereen 14 Procent, Labiaten 11—12, Leguminosen 9—10, Cruciferen 9, Caryophyllen 8, Umbelliferen 7, Boragineen 5, Scrophularineen 4—5, Gramineen 3, Liliaceen 2, Chenopodeen $\frac{1}{3}$. Die Zunahme der Labiaten und Umbelliferen ist beträchtlich, die Verminderung der Leguminosen deutlich; Chenopodeen sind wohl zu unvollständig gesammelt, aber ihre bedeutende Abnahme ist zweifellos.

Armenien. Unter 350 Arten waren Leguminosen 15—16 Procent, Synanthereen 12—13, Cruciferen 11, Labiaten 8, Caryophyllen 8, Liliaceen 3—4, Boragineen 3, Scrophularineen 3, Umbelliferen 2, Gramineen 1, Chenopodeen 1. Hier ist eine Abnahme der Synanthereen und der Chenopodeen anzunehmen.

Persien. Unter 520 Arten waren Leguminosen 24 Procent, Synanthereen 12—13, Cruciferen 10, Caryophyllen 7, Labiaten 6—7, Boragineen 4, Umbelliferen 4, Scrophularineen 3, Gramineen 1—2, Liliaceen 1—2, Chenopodeen $\frac{1}{2}$. Die Verhältnisszahlen sind denen der armenischen Flora ähnlich, aber die Leguminosen durch die wachsende Menge der Astragaleen noch weit zahlreicher. Indessen sind die Ziffern für die Leguminosen, Caryophyllen und Cruciferen zu hoch, da die Sammlung durch Bunge's Mittheilungen aus diesen Familien unverhältnissmässig anwuchs. Bunge selbst (Peterm. Mitth. f. 1860. S. 226) giebt für die Flora von Korasan folgende Reihe nach den von ihm gesammelten Arten: 270 Synanthereen, 265 Leguminosen, 165 Cruciferen, 115 Labiaten, 105 Gramineen, 90 Caryophyllen, 85 Boragineen, 80 Chenopodeen, 75 Umbelliferen, 70 Scrophularineen, 50 Rosaceen, 45 Euphorbiaceen, 45 Liliaceen.

Gobi (nach Maximowicz, *Flora amurensis*, p. 430): Synanthereen (14,7 Procent), Leguminosen (11,7), Chenopodeen (6,9), Gramineen (6,3), Rosaceen (6,1), Ranunculaceen (4,6), Cruciferen (4,3), Scrophularineen (3,4), Liliaceen (2,8), Labiaten (2,8), Umbelliferen (2,6), Caryophyllen (2,6), Boragineen (2,2). Diese Verhältnisszahlen weichen viel mehr ab, als die übrigen unter einander, aber sind in sofern mit denselben nicht

unmittelbar vergleichbar, als hier sämmtliche in der mongolischen und daurischen Gobi gefundene Gefäßpflanzen, in den aus meiner Sammlung geschöpften Ziffern möglichst nur die endemischen Arten gezählt wurden. Indessen ist doch sicher anzunehmen, dass in der Gobi die Cruciferen, Labiaten und Caryophyllen sich vermindern, die Rosaceen, Chenopodeen und Ranunculaceen vermehrt sind. In den Chenopodeen gleicht die Gobi-flora der kaspischen Steppe, in den Rosaceen spricht sich die geographische Annäherung an China und Japan aus. Eine Eigenthümlichkeit besteht endlich auch darin, dass die Astragaleen hier weniger durch *Astragalus*, als durch die verwandte Gattung *Oxytropis* vertreten sind.

127. Beispiele von Steppenpflanzen, die über Ungarn bis Wien und Mähren verbreitet sind: *Silene multiflora*, *Gypsophila paniculata*; *Euclidium syriacum*, *Conringia austriaca*, *Crambe Tartaria*; *Onosma arenarium*; *Salvia austriaca*; *Artemisia austriaca*; *Corispermum nitidum*.

128. Beispiele von Verbindungen der Mediterran- und Steppenflora:

1) Allgemein verbreitete Mediterranpflanzen, die in Transkaukasien, Mesopotamien, Südpersien und Afghanistan wiederkehren.

Holzgewächse: *Zizyphus vulgaris* (Transkaukasien, Himalaja), *Polarurus aculeatus* (Transkaukasien, Talüsch); *Vitex agnus castus* (Transkaukasien, Afghanistan); *Ficus Carica* (Transkaukasien).

Bis Afghanistan und Indien: *Astragalus hamosus*; *Sisymbrium Colunnae*; *Nigella sativa*.

Bis Südpersien: *Andrachne telephioides*; *Carrichtera Vellae*, *Calepina Corvini*; *Roemeria hybrida*; *Ammi majus*; *Hedypnois polymorpha*.

Bis Mesopotamien; *Hypocoum procumbens*; *Leontice Leontopodium*; *Ammi Visnaga*; *Pulicaria arabica*.

Bis Transkaukasien: *Hypocoum grandiflorum*; *Garidella Nigellastrum* (auch Nordpersien); *Plumbago europaea* (auch Armenien).

Weit geringer ist die Zahl der Mediterranpflanzen, deren Wohngebiet auch die Steppen mit kalten Wintern umfasst, und deren Stammland zweifelhaft bleibt. Von diesen gehen bis Südrußland: *Frankenia laevis*, *Paeonia tenuifolia*; bis zur Songarei *Tribulus terrestris*, *Ziziphora capitata*, *Cynanchum acutum*, *Artemisia gallica*; bis Tibet: *Salsola Soda*.

2) Steppenpflanzen, welche die östlichen Halbinseln des Mittelmeers erreichen. Die Mehrzahl bewohnt nur die südlichen Tafelländer, einige indessen auch den nördlichen Theil des Steppengebiets.

Songarei bis Griechenland: *Alhagi camelorum*; *Frankenia hirsuta*; *Elaeagnus orientalis*.

Songarei bis Illyrien: *Apocynum venetum*; bis Dalmatien: *Artemisia procera*; bis Macedonien: *Nepeta violacea*; bis Thracien: *Tournefortia Arguzia*.

Tibet bis Bulgarien: *Echinosperrum barbatum*.

Südrußland und Anatolien bis Griechenland: *Convolvulus Scammonia*; *Allium guttatum*; *Briza spicata*.

Afghanistan bis Griechenland: *Petrosimonia brachiata*.

Persien bis Griechenland: *Datisca cannabina* (Kreta); *Bryonia cretica* (Kreta); *Alyssum micropetalum*; *Bupleurum Sibthorpiatum*; *Cyclamen persicum*; *Scorzonera suberosa*; *Morina persica*.

Mesopotamien bis Griechenland: *Erucaria aleppica*; *Artedia squamata*; *Phelipaea aegyptiaca*; *Kentrophyllon leucocaulon*.

3) Dem anatolischen Tafellande und Griechenland gemeinsam: *Astragalus angustifolius*; *Johrenia dichotoma*; *Phlomis samia*, *Lamium veronicifolium*; *Anthemis pectinata* u. *absinthifolia*; *Acantholimon androsaceum*; *Cornucopiae cucullatum*. Bei vielen anderen Arten ist es ungewiss, ob sie nicht bloss auf die mediterrane Küste oder die Gebirgsregionen Anatoliens eingeschränkt sind.

129. Beispiele von Sahara-Pflanzen, die in das Steppengebiet eintreten.

Bis Syrien: *Nitraria tridentata*; *Zizyphus spina christi*; *Ochradenus baccatus*; *Calotropis procera* (aus Sudan); *Artemisia judaica*.

Bis Mesopotamien: *Haplophyllum tuberculatum*; *Polycarpaea prostrata*; *Anchusa hispida* u. *strigosa*, *Alkanna hirsutissima*; *Pulicaria desertorum*, *Gymnarrhena micrantha*.

Bis Persien: *Andrachne uspera*; *Tamarix articulata*; *Sclerocephalus arabicus*, *Pteranthus echinatus* (auch Syrien); *Paronychia arabica* (auch Syrien); *Reseda arabica*; *Anastatica hierochuntica* (auch Syrien); *Farsetia linearis*, *Koniga libyca*, *Malcolmia pygmaea*, *Diploxaxis Parra*, *Savignya aegyptiaca*; *Onosma echinatum*; *Calligonum comosum* (auch Syrien); *Salsola foetida*.

Bis Afghanistan: *Fagonia Bruguieri*, *Tribulus bimucronatus*; *Tamarix mannifera* (auch Syrien); *Farsetia aegyptiaca*, *Sinapis juncea*; *Aerva javanica*; *Echinopsilon eriophorum* (auch Mesopotamien).

Bis Beludschistan: *Gymnocarpon decandrum* (auch Persien); *Sisymbrium Schimperii*.

Bis Anatolien: *Halogeton spinosissimus*.

Bis Transkaukasien: *Minuartia montana*; *Hohenackeria bupleurifolia*.

Bis zur Songarei: *Koelpinia linearis*, *Kalidium arabicum*, *Atriplex dimorphostegium*; *Populus euphratica*.

130. Beispiele von tropischen Gattungen Indiens, die sich bis Afghanistan verbreiten: *Caesalpinia*, *Dalbergia Sissoo*, *Indigofera*; *Dodonaea*; *Trianthema*; *Tournefortia*; *Berthelotia*; *Cupressus torulosa*.

V. Chinesisch-japanisches Gebiet.

1. *Dove*, die Verbreitung der Wärme. Tafel der Monatsisothermen: die Juliisotherme 24° liegt im Nordwesten Hinterindiens am Wendekreis; im mittleren China beträgt dieser Temperaturwerth 22° , im nördlichen nur 20° . Dagegen findet *Dove* (klimatologische Beiträge, 1. S. 96) dass der Luftdruck zu Peking im Juli $9'''$ unter das Jahresmittel herabsinkt, und dass diese Abnahme in südwestlicher Richtung (bis Ceylon) allmähig immer kleiner wird.

2. *Hepburn* (bei *Fortune, Yedo and Peking*, p. 266). Die Regenzeit von Jeddo (36° N. B.) umfasst die Monate Mai und Juni, die Niederschläge erinnerten *Fortune* von der Mitte des Mai bis Ende oder Mitte Juni an die Regengüsse des südlichen Himalaja. Von den übrigen Monaten sind August und September nebst denen des Winters am trockensten: der jährliche Niederschlag beträgt etwa $72''$, wovon beinahe die Hälfte auf Mai und Juni kommt. An der chinesischen Küste fand *Fortune* die Regenperiode nicht so scharf ausgesprochen, als in Japan. Allein auf der Reise *Blakiston's* (Note 3) den Yangtsekiang aufwärts, fast bis zum Fusse des centralasiatischen Tafellandes, wurde ebenfalls eine intensive Regenperiode von Anfang Mai bis zu den ersten Tagen des Juni beobachtet. Auch in Canton (23° N. B.) fallen die stärksten Niederschläge (gegen $30''$) im Mai und Juni (*Dove*, klimatologische Beiträge, 1. S. 102): aber hier findet sich ein zweites Regenmaximum im September, was *Dove* (das. S. 99) als eine unerklärte Erscheinung bezeichnet, deren Ursache indessen wohl mit dem herbstlichen Monsunwechsel in Verbindung stehen dürfte, wenn kältere Nordostwinde mit dem Südwest sich zu mischen anfangen. Im nördlichen China scheinen bestimmt abgegrenzte Regenperioden den 40. Breitengrad nicht ganz zu erreichen: *Fortune* fand in Tien-tsin am Peiho den August feuchter, als den Mai und Juni (a. a. O. p. 335), Peking liegt in der Zone der fast über alle Monate vertheilten, im Sommer verstärkten Niederschläge höherer Breiten (*Dove*, a. a. O. S. 102).

3. *Blakiston*, *five months on the Yang-Tsze*, p. 234. Die Wärme stieg schon zu Anfang Mai über 20° , und nun folgte bald dauerndes Regenwetter, in dem meteorologischen Journal werden namentlich starke Niederschläge in den ersten Tagen des Juni bemerkt. Diese Niederschläge sind die Ursache der ungemein grossen Anschwellungen des Yangtsekiang, die zu Hankeu (einer der drei grossen verbundenen Centralstädte, nebst Utschangfu dem Hauptemporium des chinesischen Binnenhandels) gewöhnlich 20, in gewissen Jahren über 30, selbst bei Nanking noch 12 Fuss betragen (p. 294) und das Stromthal unter Wasser setzen. *Blakiston* beobachtete selbst das Ansteigen des Stroms in Hankeu bis zu

33', im vorhergehenden Jahre hatte eine Fluth von 50' stattgefunden. Oberhalb Hankeu mass B. die Wassermasse des Yangtsekiang, er fand am 1. April 466000 Cubikfuss in der Sekunde, im Juni 675800 Cf., dies sei doppelt so viel als der Nil enthalte und mehr als der Ganges, an der Mündung könne man eine Million Cf. rechnen. Aber die Länge des Nils ist ohne Zweifel bedeutender, die des Yangtsekiang kann auf 800 g. Meilen geschätzt werden.

4. Schätzt man die Regenmenge in den Ebenen Westeuropas nach Massgabe von Berlin (20": Dove, klimatol. Beitr. 1. S. 177), London (19": S. 128) und Bordeaux (24": S. 165) auf 20 bis 25 Zoll, so ergeben die bisherigen, wenn auch erst spärlichen Messungen aus China und Japan das Dreifache und umfassen weit grössere Breitenunterschiede (Canton 76": das. S. 102; Jeddo 72": Note 2). Dies sind sogar noch etwas höhere Werthe, als in Calcutta (66": Dove a. a. O. S. 101). Erst in Peking kommt die Regenmenge den europäischen gleich (23": das. S. 102). Die angeführten lokalen, aber nicht periodischen Regenmaxima in Europa erreichen oder übersteigen die ostasiatischen in Cumberland und Westmoreland (32" bis 185": das. S. 135), in Bergen (83": S. 137), in Tolmezzo im Friaul (90": S. 119); in Coimbra sind die Niederschläge hauptsächlich auf den Herbst und Frühling beschränkt (111": das. S. 114).

5. Dove, a. a. O. S. 83.

6. *Grisebach, Gramina rossica*, p. 74 (*Ledebour, Flora rossica*, 4): *Arundinaria Kurilensis*, eine strauchförmige, gewöhnlich zu den Bambuseen gestellte, jedoch näher mit *Arundo* verwandte Graminee, wächst auf der Insel Urup (46° N. B.).

7. *Bentham, Flora hongkongensis. Preface*, p. 14. Unter etwa 1000 Gefässpflanzen auf Hongkong zählt der Verf. (p. 17) fast 650 indische, nicht ganz 200 chinesische: über 150 sind bis jetzt endemisch. Aus dieser Untersuchung entnehme ich das Motiv, den Wendekreis als vorläufige Südgrenze des chinesischen Florengebiets anzunehmen. Das Verhältniss der Holzgewächse zu den nicht holzigen ergibt nach Bentham 320 : 680.

8 (S. 495). Temperaturunterschiede der kältesten u. wärmsten Monate.

Canton (23° N. B.)	Januar 9°	Juli 23°	Unterschied: 14°	(Dove, Temperaturtaf. S. 42).
Chusan (30° N. B.)	„ 4°	(Sept. 22°)	(das.)	
Shanghai (31° N. B.)	Minima im Dec.	Maxima im Juli	(Lockhart bei Fortune,	
	u. Jan. 0° bis -3,5°	u. Aug. 30°	two visits to the tea countries, 1. p. 212).	
Jeddo (36° N. B.)	Januar - 1°	Juli u. Aug. 19°	„ : 20°	(Hepburn bei Fortune, Yedo, p. 266).
Peking (40° N. B.)	Januar - 3°	Juli u. Aug. 21°	„ : 24°	(Dove a. a. O. S. 44).

Von dem excessiven Klima Peking's giebt indessen die Temperatur des kältesten und wärmsten Monats keine hinreichende Vorstellung. Man muss hinzufügen, dass das Thermometer drei Monate hindurch unter dem Gefrierpunkte steht (Wintertemperatur: - 2°), und dass das Temperatur-

minimum beinahe zu den kontinentalen Werthen der Gobi herabsinken kann. Schon zu Tien-tsin, in der Nähe der Küste des Golfs von Petscheli, wird im Winter eine Kälte von -20° beobachtet, im Sommer kommen nicht selten Temperaturen von $30-31^{\circ}$ vor (Werner, die preussische Expedition nach China, 2. S. 184). Der Unterschied des Klimas von Peking und Jeddo ist also viel bedeutender, als man aus den Mitteltemperaturen des Januar und Juli schliessen sollte.

8 (S. 496). F. Schmidt, Reisen im Amurlande und auf der Insel Sachalin (*Mém. de l'acad. de St. Pétersb.* Vol. 12. 2. 1868).

9. Zuccarini, Notizen über die Flora von Japan (Münchener gelehrte Anzeigen f. 1844. S. 470; Jahresb. f. 1844. S. 40).

10. Miquel, de Verwantschap der Flora van Japan met Azie en Noord-Amerika (Verslagen der k. Akademie van Wetenschlpen. II. 2. 1868. S. 69. 72).

11. In Asa Gray's *Botany of the Northern United States* finde ich, dass das Verhältniss der Holzgewächse zu den übrigen kaum 1:6 erreicht, und diesen entsprechen ungefähr die Waldgebiete höherer Breiten des östlichen Asiens (Daurien 1:7,7; Amurland 1:5,9).

12. Meyen, Pflanzengeographie, S. 156.

13. Von Miquel (*Prolusio Florae japonicae*, p. 389) werden sogar 69 japanische Coniferen aufgezählt, die sich in 16 Gattungen vertheilen, von denen indessen fast die Hälfte der Arten mit anderen zu vereinigen oder doch von zweifelhafter Selbständigkeit sind. Ich zähle 36 sicher unterschiedene, japanische Arten, von denen 12 auch in China nachgewiesen sind: hiezu kommen noch 5 chinesische Coniferen, die in Japan noch nicht beobachtet wurden. Die monotypischen Gattungen in Japan sind *Sciadopitys* und *Thujopsis*, Japan und China gemeinsam *Cunninghamia*, *Cryptomeria*, *Biotu* und *Gingko*; nur aus China bekannt ist *Glyptostrobus*.

14. Fortune, *Yedo and Peking*, Tafeln zu p. 47 u. 378.

15. Maximowicz, *Flora amurensis*, p. 399.

16. Schmidt, a. a. O. (Note 8) S. 85. 92. 75.

17. Huc, *souvenirs d'un voyage dans la Tartarie*, 1. p. 24. 5.

18. Bentham, a. a. O. p. 315.

19. Fortune, *two visits to the tea-countries*. Nach der beigefügten Karte der Theedistrikte reicht diese Kultur in China nordwärts bis 38° N. B., in Japan bis 39° . Der Tagelohn der Arbeiter beträgt in den chinesischen Theeplantagen nur 2—3 Pence (1. p. 245).

20. Die Mittelwärme des Brahmaputrathals in Assam beträgt nach Schlagintweit 19° (Reisen in Indien, 1. S. 480); die Januartemperatur in Gohatti 14° , die des Juli 23° (*Results of a scientific mission to India*, 4. p. 173). Die chinesische Küste wird unter 30° N. B. von der Isotherme

15^o geschnitten (Dove, Verbreitung der Wärme, Taf. 5): über die thermischen Werthe für die Jahreszeiten in Chusan und Shanghai s. Note 8.

21. In Nordamerika erreicht die Regenmenge nirgends die des chinesischen Monsunklimas: am nächsten kommen die Staaten Alabama (Mobile mit 63": Dove, klimat. Beiträge, 1. S. 151) und Mississippi (Natches mit 55" Regen).

22. Schlagintweit, Reisen in Indien und Hochasien, 1. S. 445.

23. *Huc, l'empire chinois*: deutsche Ausgabe, 2. S. 76.

24. Brandt, die Insel Jezo (Zeitschr. der Ges. für Erdkunde, 1866. 1. S. 401). Miquel giebt von immergrünen Magnoliaceen auf Jeso *Trochodendron* an (*Prohio Fl. japon.* p. 146); *Calanthe discolor* wurde von Wright bei Hakodade gesammelt (das. p. 136).

25. Cantor (*Ann. nat. hist.* 9. p. 265: Jahresb. f. 1842. S. 401); *Bentham, Flora hongkong.* p. 460.

26. Die hier vorkommenden Angaben über den Himalaja sind in dem Abschnitt über das indische Monsungebiet nachgewiesen.

27. Die Cycadee auf Kiusiu ist *Cycas revoluta* (Miquel, a. a. O. p. 329).

28. Die im südlichen China als einheimisch nachgewiesenen Palmen sind entweder Zwergpalmen (mehrere Arten von *Rhapis*, auf Hongkong ein *Phoenix*), oder von mässiger Stammhöhe: *Livistona chinensis* von mittlerem Wuchs scheint die grösste zu sein; *Chamaerops excelsa* wird nur 8—12' hoch angegeben und würde also die Stamm bildende Abart der südeuropäischen Zwergpalme nur wenig übertreffen, kommt aber, nach Fortune's Schilderung zu urtheilen, wahrscheinlich auch mit höheren Stämmen vor. Rotangpalmen sind nur in Hongkong erwähnt.

29. *Fortune, a residence among the Chinese*, p. 189.

30. *Fortune, Yedo and Peking*, p. 55. 17.

31. *Fortune, two visits to the tea-countries*, 1. p. 103. 151. — 2. p. 175.

32. *Bowring, Chinese rice paper* (aus den *Transact. of the Royal Asiat. soc.*, abgedruckt in *Hooker's Journ. of Bot.* 5. p. 79: Jahresb. f. 1852. S. 41).

33. *Huc, l'empire chinois*, a. a. O. 1. S. 166. — 2. S. 76. 188.

34. *Hinds, the regions of vegetation* (in *Belcher, Voyage round the world*, 2. p. 427: Jahresb. f. 1842. S. 403).

35. *Blakiston*, a. a. O. p. 147. 149. 237. Bei der Fahrt auf dem Yangtsekiang bis Szetschuan machte der Reisende folgende Beobachtungen über die Erntezeiten: in Quaichow standen Weizen und Gerste vor Mitte April in Aehren, Erbsen und Bohnen waren fast reif; am 7. Mai wurden in Chungking Weizen und Gerste geerntet, Reis und Mais zu derselben Zeit ausgepflanzt, ebenso Taback; Ende Mai war die Mohnernte

beendet, welcher Kulturen von Zuckerrohr, Baumwolle und Mais unmittelbar folgten. — Bei *Fortune* (*visits to the tea-countries*, 1. p. 229) finden sich mehrere Angaben über die Perioden der Reiskultur: am Min (26° N. B.) erste Reisernte Ende Juni oder Anfang Juli, zweite im November, dann folgt noch ein anderes Winterkorn; bei Ningpo (30°) erstes Auspflanzen des Reis Mitte Mai zur Zeit des Monsunregens, Ernte Anfang August (also Vegetationsperiode kürzer als drei Monate), zweite Ernte (in den Zwischenräumen zwischen der ersten Frucht ausgepflanzt) Mitte November; bei Schanghai (31°) nur eine Reisernte, die Ende Mai gepflanzt, Anfang Oktober geerntet wird.

36. *Perry, expedition to the China seas*: Karte von Formosa zu p. 573; *Werner, preussische Expedition*, 2. S. 10.

37. *Alcock, the capital of the Tycoon*, 1. p. 395. 426. Die Messung des Fusi-yama rührt von Robinson her (Peterm. Mitth. 1867. S. 118.). Die Schneebedeckung des Gipfels scheint 9 bis 10 Monate zu dauern: Alcock fand im September nur einige Schneeflecken.

38. *Rodigas* (in *Flore des serres*, 1861. p. 29). Die Höhen sind wahrscheinlich in englischen Fuss angegeben, aber nicht reducirt, weil ihre Bestimmung offenbar nur als angenähert gelten kann.

39. Verzeichniß der endemischen Gattungen Japan's (nach Miquel, Verwantschap der Flora van Japan, S. 73, mit Weglassung 5 durch Bentham und Hooker reducirter oder zweifelhafter und Hinzufügung 2 ausgelassener Gattungen): 2 Ranunculaceen: *Glaucidium* u. *Anemonopsis*; die Berberidee *Aceranthus*; die Calycanthee *Chimonanthus*; die den Magnoliaceen verwandten *Trochodendron* und (?) *Cercidiphyllum*; die Papaveracee *Pteridophyllum*; die Tiliacee *Corchoropsis*; die Sapindacee *Euscaphis*; die Rutacee *Skimmia*; die Juglandee *Platycaarya*; 2 Rosaceen: *Stephanandra* u. *Rhodotypos*; 4 Saxifrageen: *Rodgersia*, *Schizophragma*, *Platy crater* u. *Cardiandra*; 2 Mutisiaceen: *Pertya* u. *Diaspananthus*; die Ericacee *Tripetaleia*; die Styracee *Pterostyrax*; die Primulacee *Stimpsonia*; 3 Labiaten: *Keiskeu*, *Chelonopsis* u. *Orthodon*; die Scrophularinee *Paulownia*; die Orobanchee *Phacellanthus*; die Gesneriacee *Conandron*; die Polemoniacee *Schizocodon*; die Myoporinee *Pentacoelium*; 2 Coniferen: *Thajopsis* u. *Sciadopitys*; 3 Liliaceen: *Rhodea*, *Helionopsis* u. *Suge-rokiu*.

40. Artenreichste Gattungen der japanischen Flora (nach Miquel's *Prolusio*): *Carex* (56), *Polygonum* (27), *Asplenium* (27), *Aspidium* (21), *Pinus* (20), *Lilium* (19), *Hydrangea* (15), *Rubus* (15), *Cyperus* (15), *Ilex* (13), *Acer* (13), *Veronica* (13), *Prunus* (12), *Viburnum* (12), *Lysimachia* (12), *Rhododendron* (12). Man erkennt, dass die meisten dieser Gattungen von weiter Verbreitung sind.

41. In Miquel's *Prolusio* zähle ich 2283 Arten in 923 Gattungen; in Garcke's Flora von Norddeutschland a. d. J. 1867: 2207 Arten in 685 Gattungen.

42. Jahresb. f. 1846. S. 60.

43. *De Candolle, géographie botanique*, p. 1287.

44. Von 26 vorherrschend-tropischen Familien, die in Japan vertreten sind, aber mit Ausnahme der Laurineen, Ternstroemiaceen und Magnoliaceen meist nur wenige Arten enthalten, reichen:

nach Südeuropa und Nordamerika (die beigefügten Ziffern beziehen sich auf die Artenzahl in Miquel's *Probusio Florae japonicae*): Cappariideen (1), Terebinthaceen (7), Myrtaceen (3), Acanthaceen (5), Laurineen (26) und Palmen (5);

nach Nordamerika: Magnoliaceen (13), Menispermeen (5), Ternstroemiaceen (21), Meliaceen (3), Melastomaceen (3), Ebenaceen (2), Sapoteen (1), Bignoniaceen (3), Commelyneen (4), Scitamineen (6);

nur nach Japan und China: Bixineen (2), Sterculiaceen (2), Aurantiaceen (5), Simarubeen (1), Olacineen (1), Begoniaceen (1), Myrsineen (8), Piperaceen (7), Cycadeen (1), Musaceen (1).

45. *Bentham u. Hooker, genera plantarum*, p. 954; vergl. *See-mann, Journ. of Bot.* 3. p. 150; *Eichler (Regensb. Fl.* 1864. S. 449, 1865. S. 12).

46. Das Areal des chinesisches-japanischen Florengebiets kann etwa auf 90000 q. Quadratmeilen geschätzt werden (China 70000, Korea 4000, Japan 7000, nebst einem Theil der Mandchurei). Die Schätzung des Pflanzenreichthums beruht auf einem mittleren Verhältniss zwischen Süd- und Nordeuropa (eine Art auf 15 Quadratmeilen = 6000).

47. Reihenfolge der grössten Familien der japanischen Flora (nach Miquel's *Probusio*): Synanthereen (6 Proc.), Gramineen (5—6), Farne (5), Cyperaceen (4—5), Rosaceen (4), Liliaceen (3—4), Leguminosen (3—4), Coniferen (3), Ranunculaceen (fast 3), Labiaten (2—3), Ericaceen (2—3), Orchideen (2—3).

48. *Asa Gray, observations upon the relations of the Japanese Flora to that of North America (Memoirs of American Acad. New Series.* 6. p. 424).

49. *Lesquereux* bei *Asa Gray* (a. a. O. p. 446).

50. Die 81 von Miquel (Verwantschap der Flora van Japan, S. 81) verzeichneten Arten, welche zugleich in Japan und Nordamerika wachsen, zerfallen in folgende Kategorien:

1) 41 im Westen Nordamerika nachgewiesene: zu denjenigen, bei welchen Miquel dies bereits bemerkt hat, sind hinzuzufügen *Brasenia pellata*, *Cornus canadensis*, *Rumex persicarioides*, *Erythronium grandiflorum*.

2) 17 unrichtig identificirte oder zweifelhafte sind auszuschliessen: meist sind sie schon von Miquel als zweifelhaft bezeichnet. Als endemische Arten Japans sind namentlich hervorzuheben: *Fagus Sieboldi* (*F. sylvatica* bei Miquel: nach Oldham's Exemplaren finde ich sie von

unserer Buche bestimmt verschieden) und *Torreya nucifera* (nach Parlatore von den nordamerikanischen Arten zu trennen). Ferner sind *Diphylleia cymosa* Miq. = *D. Grayi* (nach Schmidt's Flora von Sachalin), *Pyrola incarnata* = *P. rotundifolia*; *Menziesia globularis* ist von Miquel in der *Probusio* cassirt u. s. w.

3) Die 21 kanadischen Pflanzen Japans bei Miquel sind: *Vitis Labrusca*, *Amelanchier canadensis* var., *Sorbus americana*, *Lespedeza hirta*, *Viburnum lantanoides*, *Chiogenes hispidula*, *Betula lenta*; ferner *Elodea virginiana*, *Cryptotaenia canadensis*, *Aralia quinquefolia*, *Viola Selkirkii*, *Caulophyllum thalictroides*, *Pyrola asarifolia*, *Monotropa uniflora*, *Liparis liliifolia*, *Pogonia ophioglossoides*, *Trillium erectum* var., *Polygonatum giganteum*, *Onoclea sensibilis*, *Osmunda cinnamomea*, *Lycopodium lucidulum*.

4) Die beiden einzigen (im Texte erwähnten) Pflanzen, die ausser Japan nur in den östlichen vereinigten Staaten beobachtet wurden: *Elodea petiolata* u. *Carex rostrata*.

DIE
VEGETATION DER ERDE

NACH IHRER KLIMATISCHEN ANORDNUNG.

EIN ABRISS
DER
VERGLEICHENDEN GEOGRAPHIE DER PFLANZEN

VON
A. GRISEBACH.

ZWEITER BAND.
MIT EINER UEBERSICHTSKARTE DER VEGETATIONSGBIETE.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1872.

29 G

*Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen wird vom Verfasser
und vom Verleger vorbehalten.*



Inhalts-Verzeichniss.

VI. Indisches Monsungebiet.

- Klima.** Tropische Jahreszeiten S. 1. — Zenith- und Elevationsniederschläge 3. — Klimatische Mannigfaltigkeit des Monsungebiets 4.
- Vegetationsformen.** Tropische Formen S. 8. — Palmen 10. — Zwergpalmen u. Rotangpalmen 13. — Bambusen 15. — Pandanusform. Pisangform 16. — Farnbäume 17. — Laubhölzer 18. — Banyanenform 20. — Mangroveform 21. — Bombaceen- und Clavijaform. Lorbeerform 22. — Sykomorenform 23. — Tamarinden- und Mimoseenform 24. — Coniferen und Casuarinenform 25. — Lianen 26. — Epiphyten 28. — Loranthusform 29. — Atmosphärische Orchideen 30. — Gesträuchformen. Scitamineenform 33. — Aroideenform. Farnkräuter 34. — Stauden, Nepenthes 35. — Lotusblumen 37. — Savanengräser 38.
- Vegetationsformationen.** Junglewald S. 38. — Savanen 44. — Junglebüsche 46. — Kulturboden 49.
- Regionen.** Baumgrenzen in der tropischen Zone S. 51. — Waldregionen 53. — Indischer Himalaja 56. — Nielgherries 61. — Gebirge im indischen Archipel 62.
- Vegetationscentren.** Absonderung der Centren S. 64. — Anordnung der Familien 70. — Austausch mit andern Floren 71.

VII. Sahara.

- Klima.** Trockenheit des Klimas S. 74. — Temperatur 83.
- Vegetationsformen.** Dattelpalmen S. 84. — Wüstenpflanzen 87. — Spartiumform 89. — Halophyten 89. — Gräser 90. — Schutzmittel gegen die Dürre 90.
- Vegetationsformationen.** Hammada S. 93. — Areg 95. — Wadis 96. — Oasen 97.
- Vegetationscentren.** Endemismus der Sahara S. 97. — Reihenfolge der Familien. Einwanderung aus den Nachbarfloren 100. — Arabische Sahara 102. — Regenlosigkeit von Sind 103. — Vegetationsgrenzen am rothen Meer 104.

VIII. Sudan.

- Klima.** Tropischer Regen in Afrika S. 106. — Temperatur 112. —
Einförmigkeit Sudans 113.
- Vegetationsformen.** Savanengräser S. 114. — Baumwuchs 118. —
Mimoseen- und Tamarindenform 121. — Sykomorenform 122. —
Banyanen- und Mangroveform. Lorbeerform 123. — Clavijaform.
Monokotyledonische Bäume 124. — Palmen 126. — Formen des
Pandanus, Pisang, der Bambusen und Farnbäume 127. — Succu-
lente Formen 128. — Strauchformen 129. — Dornbildung 130. —
Lianen und Epiphyten 131.
- Vegetationsformationen.** Wälder S. 132. — Savanen 135. — Ge-
sträuche 136.
- Regionen.** Hochland von Abessinien S. 137. — Camerun 139. — Kili-
mandscharo 140.
- Vegetationscentren.** Einförmigkeit der Flora S. 140. — Absonde-
rung der Centren 142. — Systematischer Charakter der Flora
143. — Einwanderungen nach Aegypten. Verbindung mit Arabien
145. — Verhältniss zu Ostindien 149. — Europäische Pflanzen in
Sudan 150. — Verhältniss zur Kapflora 151.

IX. Kalahari.

- Klima.** Umfang der südafrikanischen Wüste S. 152. — Gewitterbil-
dungen im Sommer 153. — Regenlosigkeit der Westküste 158. —
Temperatur 159.
- Vegetationsformen.** Holzgewächse S. 160. — Welwitschia 160. —
Dornsträucher 164. — Mimoseenform 165. — Andere Laubhölzer
167. — Uebrige Formen 167.
- Vegetationsformationen.** Waldungen S. 169. — Buschland 170. —
Wüste von Gross-Namaqua 170. — Grasebenen 171. — Küsten-
region 172.
- Vegetationscentren.** Absonderung von den Nachbarfloren S. 172.

X. Kapflora.

- Klima.** Relief des Kaplandes S. 179. — Temperatur 181. — Feuchtig-
keit 182. — Entwicklungsperiode der Vegetation 184. — Gliede-
rung der Flora 185.
- Vegetationsformen.** Immergrüne Sträucher S. 186. — Schutz gegen
ungenügende Bewässerung 187. — Baumformen 188. — Succulenten
189. — Zwergpalmen. Zwiebelgewächse 190. — Steppengräser
191. — Palmietschilf 193.
- Vegetationsformationen und Regionen.** Buschland S. 193. —
Grassteppe. Wald 196.
- Vegetationscentren.** Absonderung der Centren S. 197. — Räum-
liche und klimatische Analogieen 199. — Systematischer Charakter
der Kapflora 200.

XI. Australien.

- Klima.** Vergleichung mit andern Erdtheilen S. 203. — Unsicherheit der Feuchtigkeitzuflüsse 204.
- Vegetationsformen.** Eukalyptus und Proteaceenformen S. 207. — Casuarinenform 209. — Erikenform 210. — Xanthorrhoeenform 210. — Australische Gräser 211. — Steppenformen 212. — Tropische Bestandtheile der Vegetation 213.
- Vegetationsformationen.** Bewaldetes Grasland S. 215. — Scrub 218. — Gemischter Wald 221. — Steppen und Wüsten 223. — Marschen und Savanen 226.
- Vegetationscentren.** Absonderung der westlichen und östlichen Centren S. 227. — Ergiebigkeit der Centren 231. — Einwanderung von den Tropen 234.

XII. Waldgebiet Nordamerikas.

- Klima.** Verhältniss zu Europa und Asien S. 235. — Zone der weissen Tanne 238. — Zone der Oregon-Tannen 241. — Zone der Laubhölzer 244. — Newfoundland 245. — Südliche Waldzone 245. — Klimatische Bedingungen der Bodenkultur 247. — Maiskultur 249. — Weinkultur 251.
- Vegetationsformen.** Coniferen S. 252. — Laubhölzer 255. — Monokotyledonische Baumformen 257. — Schattengewächse 259.
- Vegetationsformationen.** Bestandtheile des Waldes S. 260. — Waldwiesen 262.
- Regionen.** Alleghanys S. 263. — Nördliche Rocky Mountains und Cascadenkette 265.
- Vegetationscentren.** Absonderung und Vermischung der Centren S. 267. — Systematischer Charakter der Flora 269. — Vergleichung mit Europa 270. — Ansiedelungen 271.

XIII. Prairieengebiet.

- Klima.** Vergleichung mit den Steppen S. 273. — Oestliche Prairien 274. — Nordamerikanische Salzwüste 276. — Südliche Prairien 277. — Temperatur 280.
- Vegetationsformen.** Cactusform S. 282. — Agavenform. Chenopodeenform 287. — Strauchformen. Mimosenform 288. — Monokotyledonische Bäume. Steppengräser und Stauden 269. — Dikotyledonische Bäume 290.
- Vegetationsformationen.** Gras- u. Salzsteppe. Chaparals S. 291.
- Regionen.** Rocky Mountains S. 292.
- Vegetationscentren.** Absonderung der Centren S. 297. — Systematischer Charakter der Flora 299.

XIV. Kalifornisches Küstengebiet.

- Klima.** Gleichmässigkeit der Temperatur S. 301. — Winterregen 302.
- Vegetationsformen.** Coniferen S. 304. — Laubhölzer 307. — Immergrüne Sträucher. Stauden und Gräser 308.

Vegetationsformationen und Regionen. Parkformation S. 309
— Vergleichung mit der Mediterranflora 309. — Sierra Nevada 311.
Vegetationscentren. Absonderung der Centren S. 311. — Mono-
typen 312.

XV. Mexikanisches Gebiet.

Klima. Einfluss des Reliefs auf das Klima S. 314. — Golfzone 316. —
Mexikanische Hochebene 320. — Pacifiche Zone 321.
Vegetationsformen. Mannigfaltigkeit der Formen. Succulenten
S. 324. — Bromelienform. Palmen 325. — Liliaceenbäume. Baum-
formen bestimmter Regionen 326. — Coniferen 327. — Sträucher
und Stauden 328. — Savanengräser. Lianen und Epiphyten 329.
Vegetationsformationen und Regionen. Umfang der Tropen-
wälder und Savanen S. 330. — Schnee- und Baumgrenze. Ab-
hängigkeit der Regionen von Bodeneinflüssen 331. — Savanen 333.
Vegetationscentren. Absonderung der Centren S. 334. — System-
atischer Charakter der Flora 336.

XVI. Westindien.

Klima. Regenzeiten S. 338. — Temperatur 339. — Verbindung mit
den Bahamas 340.
Vegetationsformen. Baumformen S. 341. — Schattengewächse 344.
Vegetationsformationen und Regionen. Savanenwaldungen
S. 345. — Urwald 346. — Bergwälder 348.
Vegetationscentren. Verhältniss zum Festlande S. 349. — Trans-
oceanische Pflanzen 352. — Absonderung der Centren 354. — Kli-
matische Varietäten und Monotypen 356. — Systematischer Cha-
rakter der Flora 357.

XVII. Südamerikanisches Gebiet diesseits des Aequators.

Klima. Waldzone der Küsten S. 358. — Llanos und Savanen 360.
Vegetationsformen und Formationen. Absonderung der tropi-
schen Floren Amerikas S. 361. — Beleuchtung des Urwalds 362.
— Uferwaldung 365. — Mangrovwaldung. Baumformen des Ur-
walds 366. — Vegetation der Savanen 368.
Regionen. Bergwaldungen in Venezuela und Guiana S. 371.
Vegetationscentren. Absonderung der Centren S. 373. — Charakter
der Centren 375.

XVIII. Hylaea, Gebiet des äquatorialen Brasiliens.

Klima. Jahreszeiten am obern und untern Amazonas S. 376. — Periodi-
cität des Wasserstandes 381.
Vegetationsformen und Formationen. Ausdehnung der Wälder
S. 383. — Igapo-Wald 384. — Ete-Wald 385. — Wälder am Rio
Negro S. 386. — Uferwaldung und Waldränder 387. — Savanen
388. — Handelserzeugnisse 389.
Vegetationscentren. Absonderung der Centren S. 389. — Charakter
der Centren 392.

XIX. Brasilien.

- Klima.** Umfang der brasilianischen Flora. Vertheilung der Niederschläge S. 394. — Küstenflora 396. — Campos 398. — Pantanal, Gross-Chaco und Paraguay 403.
- Vegetationsformen.** Baumformen und Bestandtheile der Wälder S. 404. — Strauchformen 406. — Bromelienform. Succulenten Gräser und Stauden 407.
- Vegetationsformationen.** Wälder S. 408. — Gesträuche 413. — Grasfluren 413.
- Regionen.** Serra do Mar S. 414. — Gebirge des Tafellandes 415.
- Vegetationscentren.** Absonderung der Centren S. 416. — Charakter der Centren. 417.

XX. Flora der tropischen Anden Südamerikas.

- Klima.** Orographische Gliederung der Anden S. 419. — Bewässerung. Waldlosigkeit der peruanischen Küste 420. — Temperatur derselben 425. — Punaregion 426. — Oestliche Sierra und Montaña 427.
- Vegetationsformen.** Formen der Steppen- und Wüstenvegetation S. 428. — Baumwuchs 430. — Strauchformen 430. — Succulenten 431. — Zwiebelgewächse und Stauden 432. — Steppengräser 433. — Tropische Formen 433.
- Vegetationsformationen und Regionen.** Humboldt's Regionen S. 435. — Schneelinie 436. — Baumgrenze 437. — Gesträuche 438. — Obere Vegetationsgrenze 439. — Küstenregion in Peru 440. — Westliche Sierra 441. — Alpine Region 441. — Oestliche Sierra 442. — Cinchoneregion 443.
- Vegetationscentren.** Absonderung der Centren S. 445. — Charakter der Centren 446.

XXI. Pampasgebiet.

- Klima.** Umfang des Pampasgebiets S. 449. — Temperatur 450. — Feuchtigkeit 450. — Chanarsteppe 454. — Grasebene 456. — Patagonische Steppe 457.
- Vegetations-Formen und Formationen.** Pampasgräser S. 458. — Eingewanderte Disteln 459. — Vertreter tropischer Formen 459. — Gesträuche. Cacteen 462. — Halophyten. Sumpflandschaft 463.
- Vegetationscentren.** Armuth der Flora S. 463. — Charakter der Centren 465.

XXII. Chilenisches Uebergangsgebiet.

- Klima.** Klima der südlichen Hemisphäre S. 467. — Umfang der chilenischen Uebergangsflora 468. — Dürre und Wärme des Klimas 469. — Vegetationsperiode 470.
- Vegetationsformen.** Baumwuchs S. 471. — Succulenten 473. — Gesträuche 473. — Zwiebelgewächse, Stauden und Gräser 474.
- Vegetationsformationen und Regionen.** Waldlosigkeit S. 474. — Schneelinie 477.

Vegetationscentren. Absonderung der Centren S. 477. - Charakter der Centren 479.

XXIII. Antarktisches Waldgebiet.

Klima. Umfang der antarktischen Flora. Feuchtigkeit des Klimas S. 481. - Temperatur 482. - Entwicklungsperiode 483. - Nördliche und südliche Waldzone 483.

Vegetationsformen. Laubholzformen S. 484. - Immergrüne Laubhölzer 485. - Buchenform 486. - Nadelhölzer 487. - Krummholz. Bambusen 488. - Lianen und Epiphyten. Sträucher 489.

Vegetationsformationen. Wälder S. 490. - Waldlose Landschaften 492.

Regionen. Verhältniss der Baumgrenze zur Schneelinie S. 493.

Vegetationscentren. Absonderung der Centren S. 495. - Charakter der Centren 497.

XXIV. Oceanische Inseln.

Azoren. Zusammenhang der atlantischen Archipele S. 499. - Stammkontinent der eingewanderten Pflanzen 500. - Vegetation 501. - Endemismus 503.

Madëira. Klima S. 504. - Vegetation 505. - Endemismus 509.

Kanarische Inseln. Klima. Vegetation S. 510. - Endemismus 514.

Kap-Verden. Klima S. 516. - Vegetation. Endemismus 517.

Ascension. S. Helena S. 520.

Madagaskar S. 523. - Maskarenen 525. - Seychellen 527.

Sandwich-Inseln S. 527. - Endemismus 528.

Fidschi-Inseln S. 530. - Neu-Kaledonien 532. - Norfolk 533.

Neuseeland. Klima S. 533. - Vegetation 534. - Endemismus 537. - Benachbarte Archipele 538.

Galapagos S. 539. - Juan Fernandez 543.

Falklands S. 544. - Tristan da Cunha 545. - Kerguelensland 547. - Hochsüdliche Breiten 549.

Quellschriften und Erläuterungen.

VI. Indisches Monsungebiet S. 552.	XIV. Kalifornisches Küstengebiet S. 594.	XX. Flora der tropischen Anden Südamerikas S. 613.
VII. Sahara S. 563.	XV. Mexikanisches Gebiet S. 594.	XXI. Pampasgebiet S. 618.
VIII. Sudan S. 569.	XVI. Westindien S. 600.	XXII. Chilenisches Uebergangsgelände S. 621.
IX. Kalahari S. 575.	XVII. Südamerikanisches Gebiet diesseits des Aequators S. 605.	XXIII. Antarktisches Waldgebiet S. 624.
X. Kapflora S. 578.	XVIII. Hylaea S. 607.	XXIV. Oceanische Inseln S. 627.
XI. Australien S. 582.	XIX. Brasilien S. 609.	
XII. Waldgebiet Nordamerikas S. 584.		
XIII. Prairieengebiet S. 590.		



VI.

Indisches Monsungebiet.

Klima. Beim Uebergang der gemässigten in die heisse Zone sieht man die Stellung der Sonne gegen die Erdkugel geändert, und hierin liegt die allgemeinste Ursache des tropischen Klimas. Die scheinbare Bewegung der Sonne findet nun nicht mehr an der einen, sondern an beiden Seiten des Zeniths statt, und, wenn diesseits des des Wendekreises ihre Höhe über dem Horizont den Wechsel der Jahreszeiten bestimmt, so würde je nach dem Steigen und Sinken ihrer erwärmenden Kraft das tropische Jahr nicht in vier, sondern in acht Perioden getheilt werden können, deren ungleiche Dauer erst am Aequator in eine symmetrische Anordnung überginge. Allein eine solche theoretische Auffassung der Jahreszeiten hat für die Entfaltung der tropischen Organismen nur eine untergeordnete Bedeutung. Je näher die Sonne sich an die Zenithgegenden des Himmels hält, desto gleichmässiger und beständiger wird die Erwärmung, und in Bezug auf die Anordnung der Pflanzen ist nicht so sehr der Unterschied der Temperatur zu verschiedenen Zeiten, als vielmehr ihr Durchschnittswerth in Betracht zu ziehen, welcher im Tieflande den wärmsten Monaten des Mediterrangebiets das ganze Jahr hindurch gleichkommt oder darüber hinausgeht (18° — 22°). Die Erhitzung des Bodens ist im Allgemeinen weniger von dem wechselnden Stande der Sonne, als von der Umwölkung oder Heiterkeit des Himmels abhängig. Die wärmste Jahreszeit der Gangesebene fällt in die Frühlingsmonate, die der Regenperiode vorausgehen, und gerade dann ruht die Vegetation wegen mangelnder Feuchtigkeit im tiefsten Winterschlaf.

Unter den Tropen sind die Phasen der Vegetation an die Regenzeiten gebunden, insofern diese allein die erforderliche Feuchtigkeit liefern. Die Masse der Niederschläge ist, allgemein betrachtet, bei Weitem bedeutender, als in höheren Breiten, sie wächst mit der Wärme, welche die Verdunstung und die ganze Circulation des Wassers durch die Atmosphäre beschleunigt. Allein wenn die verdunstenden Flächen fehlen, oder wenn die Luftströmungen, indem sie auf ihrer Bahn sich erwärmen, die Verdichtung des Wasserdampfs verhindern, entstehen auch unter den Tropen wasserlose Wüsten. Zwischen der äussersten Ergiebigkeit der Niederschläge, die an den Khasiabergen, in der Nähe des Meerbusens von Bengalen, sich über 600 Zoll steigert, und jener Regenlosigkeit, wie sie in Sind, an der Mündung des Indus, vorkommt, liegt eine Reihe atmosphärischer Zustände, die in den Gegensätzen tropischer Vegetation, in den indischen Jungles, den Savanen und den noch dürren Landschaften sich abspiegeln. Als Jungle bezeichnet man in Hindostan alle mit Bäumen und anderen Holzgewächsen dicht bestandenen Gegenden. Die Savanen der Tropenländer, die im indischen Archipel auftreten, sind Grasebenen, die von den Steppen der gemässigten Zone sich theils durch üppigere Vegetation, theils dadurch unterscheiden, dass auch sie lichte Waldungen in ihrem Bereich zulassen. Aber die Anordnung der beiden Hauptformationen der tropischen Zone, der Wälder und Savanen, ist nicht so sehr von der Masse der Feuchtigkeit abhängig, die sie empfangen, als von der ungleichen Dauer der Regenzeit, die in einigen Ländern fast das ganze Jahr umfasst, gewöhnlich aber mehr oder minder schroff von der Periode der Dürre getrennt ist. Auch hier werden die Baumformen zurückgedrängt, wenn sich die Zeit der Niederschläge über ein gewisses Mass verkürzt und nicht etwa das Grundwasser den mangelnden Zufluss ersetzen kann.

Der Wechsel der nassen und trockenen Jahreszeiten ist zwar eine Folge der regelmässigeren Bewegung der Atmosphäre unter den Tropen, aber die Bedingungen der Niederschläge sind verwickelter Natur. Die Passatwinde, die Solstitialbewegung, die Vertheilung des Festlands und das Relief des Bodens sind die Quellen theils der Dürre, theils des Niederschlags. Dächte man sich die Solstitialbewegung aufgehoben, die Sonne stets im Zenith des Aequators

stehend und die tropische Zone aus gleichmässigen Flächen gebildet. so würde da, wo die beiden Passate sich begegnen, ein ewig feuchter Erdgürtel entstehen, es würden aus dem aufsteigenden Luftstrom beständige Regengüsse dessen Boden beuetzen. Zu beiden Seiten dieses Aequatorialgürtels müssten sich Wüstenzonen ausbreiten, in welchen die Passatwinde die Bildung der Regenwolken verhindern. Erst an den Wendekreisen würden sodann aus der Vermischung des oberen und unteren Passats wiederum zwei feuchte Zonen mit dauernden Niederschlägen hervorgehen. In der Wirklichkeit hat die Natur dafür gesorgt, an die Stelle einförmiger und das organische Leben beschränkender Verhältnisse den Wechsel der nassen und trockenen Jahreszeiten zu setzen und ungeachtet des gleichmässigen Wehens der Passatwinde die höchste räumliche Mannigfaltigkeit zu erzeugen. Zuerst werden durch die Solstitialbewegung die Regenzeiten auf bestimmte Perioden eingeschränkt, dann wirken in ähnlichem Sinne die ungleiche Erwärmung des Festlands und des Meers, der Gebirge und der Tiefebenen.

Wie die Bildung der Wolken überhaupt auf einem Sinken der Temperatur beruht, so können auch tropische Regenzeiten nur dann entstehen, wenn der Raum, in welchen der Wasserdampf eindringt, kälter ist als derjenige, von dem er ausging. Diese Abkühlung tritt unter verschiedenen Bedingungen ein, je nachdem die Luft horizontal bewegt oder von dieser Richtung abgelenkt wird und ansteigend durch die wachsende Entfernung vom Erdkörper sich ausdehnt. Dem ersteren Fall entsprechen die von wärmeren nach kälteren Gegenden strömenden Winde in den Tiefländern höherer Breiten, und sie kommen unter gleichen Verhältnissen auch im Monsungebiete vor. Ueberall aber, wo der Passat die unteren, der Antipassat die oberen Schichten der Atmosphäre beherrscht, steht die Abkühlung, welche Niederschläge veranlasst, mit Ablenkungen der Luftströmungen aus der horizontalen in andere Richtungen in Verbindung. Diese nun erfolgen unter zwei verschiedenen Bedingungen, wonach man Zenith- oder Solstitialregenzeiten, die der Solstitialbewegung folgen, und Elevationsniederschläge unterscheiden kann, die von der Erhebung des Bodens abhängig sind. Im regelmässigen Wirken der Solstitialbewegung ist es der vertikal aufsteigende Luftstrom eines periodischen Wärmecentrums, welcher da

entsteht, wo die Passate beider Hemisphären sich begegnen und stauen, und der zu den Bildungen von Wolken und täglichen Gewittern den Anlass giebt, zu Regenzeiten, die kurz nach dem Zenithstande der Sonne zu beginnen pflegen, aber immer einen reichlichen Vorrath verdampfenden Wassers, sei es über dem Meere oder im Binnenlande, voraussetzen. Die Elevationsniederschläge können zwar auch in dieselbe wärmste Jahreszeit fallen, aber sie sind von der Solstitialbewegung unabhängig. Die schräge Abdachung von Gebirgsketten, deren Axe von horizontalen Luftströmungen getroffen wird, verursacht hier eine Ablenkung derselben nach aufwärts, wodurch sie abgekühlt ihre Feuchtigkeit verlieren. Die Zenithregenzeiten sind eine Folge der kräftigsten Insolation, sie werden durch die wärmste Periode des Jahrs eingeleitet und können, bis der aufsteigende Luftstrom sich weiterhin verschoben hat und der einfache Passat wieder die Herrschaft gewinnt, eine kürzere oder längere Zeit fortdauern. Die Elevationsniederschläge sind überhaupt an keine bestimmte Jahreszeit gebunden, sie entwickeln sich gewöhnlich aus Seewinden, aus welcher Richtung dieselben auch wehen mögen, und wären es auch das ganze Jahr hindurch anhaltende Passatwinde. Im Monsungebiete treffen sie an den Ghauts der Küste von Malabar mit den Zenithregen des Sommers der Jahreszeit nach zusammen, aber sie können auch stetig fortdauern, wenn, wie im indischen Archipel, die Winde beider Jahrhälften Seewinde sind, und wenn sie ein Gebirge von beiden Seiten treffen. Da der Wechsel der asiatischen Monsune überhaupt nur darin besteht, dass die Passate aus der einen Hemisphäre in die andere übergehen, so erzeugen oder verhindern sie die Niederschläge in derselben Weise, wie die in engere Grenzen eingeschlossenen Passatwinde anderer Kontinente.

Im tropischen Asien sind durch die überwiegend einseitige Vertheilung des Festlands und Meers die regelmässig wechselnden Winde dem einfachsten Gesetze unterworfen, aber so übereinstimmend auf weiten Räumen die Richtung der Monsune ist, so mannigfach werden ihre Wirkungen auf die atmosphärischen Niederschläge durch die Lage und Erhebung der Küsten verändert. Ueberall finden wir diesseits des Aequators im Sommer die Aspiration des asiatischen Kontinents, den vom indischen und chinesischen Meere wehenden Monsun, und im Winter die entgegengesetzte Luftströmung. Jenseits

des Aequators tritt im indischen Archipel das australische Wärme-centrum in Wirksamkeit. Hier herrscht auf den Molukken und in Neu-Guinea der Nordwestmonsun in den südhemisphärischen Sommermonaten, der Südost dauert daselbst vom April bis November¹⁾. In beiden Fällen folgen also die Aspirationen dem Zenithstande der Sonne. Wallace nimmt an, dass zwischen den Monsunen beider Hemisphären ein äquatorialer Gürtel eingeschaltet sei, der etwa sechs Breitengrade umspanne, auf welchen die Niederschläge am stärksten seien und in der That die Gegensätze der trockenen und nassen Jahreszeiten fast ganz aufhören. Allein dies ist nicht so zu verstehen, als ob die Monsune daselbst unterbrochen wären, was nur selten, wie an der Südwestküste von Sumatra²⁾, beobachtet ist, und wahrscheinlich nur, weil dieselbe durch die hohen Gebirge der Insel geschützt wird. Jener feuchte Aequatorialgürtel, der auf die Vegetation von Borneo bis Neu-Guinea vom grössten Einflusse ist, verdankt, wie das westliche Java, seine Eigenthümlichkeit der von den Kontinenten entfernteren Lage, wodurch die Monsune beider Jahreshälften als reine Seewinde wirken, die den Wasserdampf unerschöpflich dem Lande zuführen.

Ausserhalb der Aequatorialzone wechseln zwar überall nasse und trockene Jahreszeiten, aber die Dauer, Stärke und Vertheilung der Niederschläge sind so sehr von örtlichen Bedingungen abhängig, dass eine geographische Eintheilung des Monsungebiets nach diesen klimatischen Verhältnissen nicht durchzuführen sein würde. Je nachdem die Luftströmungen See- oder Landwinde sind, je nach dem Winkel, unter dem sie die Küsten treffen, sowie nach der Lage von Gebirgen und Hochflächen finden wir bald ungleiche Klimate nahe zusammen gerückt, bald ähnliche Vegetationsbedingungen ohne geographischen Zusammenhang sich wiederholend, indem feuchte Landschaften, wie Malabar und Bengalen, durch weite Strecken von verschiedenem Charakter getrennt sind³⁾. In solchen Fällen steht die Vegetation unter jenem zwiefachen Einfluss, der überall ihre Anordnung beherrscht, dass nämlich gewisse Arten dem ähnlichen Klima folgen, andere um so mehr in ihrer Absonderung verharren, je grösser der räumliche Abstand ihrer Centren wird. So ist die Palmyra-Palme (*Borassus*) den regenarmen, aber oft durch weite Zwischenräume getrennten Klimaten von der Küste Koromandel und

von Ava bis Timor gemeinsam, und ebenso sind die Teak-Wälder (*Tectona*), welche in der trockenen Jahreszeit ihr Laub verlieren, ähnlichen Einfüssen vom centralen Hindostan (Bundelkund) bis zu den grossen Sunda-Inseln unterworfen. Die Formen der Eiche und Fichte (*Pinus*) hingegen fehlen in ganz Hindostan⁴⁾ und verbreiten sich doch vom Himalaja in ununterbrochenem Zusammenhang über die hinterindische Halbinsel, die erstere bis nach Java, die letztere bis Sumatra und zu den Philippinen. Schroffe Grenzen der Vegetationsgebiete sind ferner nur da zu finden, wo, wie auf dem westlichen Kamm der Ghauts, an der Küste von Bombay, das Klima plötzlich wechselt⁵⁾; sanfte Uebergänge und Vermischungen der Flora begegnen uns in der nordindischen Ebene bis zum Fusse des Himalaja, wo die Regenzeiten in der Richtung vom Ganges zum Punjab allmählig an Ergiebigkeit abnehmen⁶⁾.

So zeigt uns das Monsungebiet alle Klimate, die innerhalb der Tropen möglich sind, in einer unregelmässigen Vertheilung, und nähert sich an seiner Nordgrenze sogar den Verhältnissen der gemässigten Zone. Denn da die Monsune in Ostindien den Wechsel der nassen und trockenen Jahreszeiten weit über den nördlichen Wendekreis hinaus bis zum Himalaja ausbreiten, so wird zuletzt auch die Abnahme der Temperatur im Winter allmählig immer bemerklicher. Hiemit steht die Vermischung der Flora des Punjab mit Pflanzen des Steppengebiets und die Aufnahme europäischer Gewächse am indischen Abhang des Himalaja in Zusammenhang.

Im Süden des indischen Archipels, auf der Inselreihe von Java bis Timor, finden wir ebenfalls einen allmählichen klimatischen Uebergang zu der Passatdürrde des australischen Kontinents in der Vegetation ausgesprochen. Auf der Insel Timor sind die gewöhnlichsten Bäume australische Formen⁷⁾ (Eukalypten, Acacien), und wenn auch die Arten zum Theil nicht eingewandert sind, sondern endemisch zu sein scheinen, so entspricht doch ihre Anordnung zu lichten Gehölzen dem neuholländischen Vegetationscharakter. Diese Erscheinung wird dadurch um so merkwürdiger, als weiter ostwärts die Flora des Monsungebiets von der australischen durch die Torresstrasse auf das Schrofste geschieden ist⁸⁾, obgleich der Abstand Neu-Guineas von dem gegenüberliegenden Kontinent bei Weitem geringer ist, als der der Insel Timor, und nur 24 g. Meilen beträgt.

Derselbe Südostmonsun, der, aus dem stillen Meere wehend, der Südküste Neu-Guinea die stärksten Niederschläge zuführt, ist im tropischen Australien ein trockener Landwind, der von den dürren Landschaften des inneren Kontinents seinen Charakter empfängt und denselben in Timor noch nicht verloren hat. Da nun der entgegengesetzte Nordwestmonsun, der Regenmonsun von Java und Celebes⁹⁾, auch noch in Neu-Guinea von Niederschlägen begleitet ist, so gehört diese Insel zu den feuchtwarmen Tropenländern, wo der Regen von keiner Jahreszeit völlig ausgeschlossen ist und die ewig grünende Vegetation kaum einen Stillstand erfährt. Timor wird zwar auch von dem Regenmonsun Javas getroffen, aber da dieser Nordwestwind schon auf den vorliegenden Inseln einen Theil seiner Feuchtigkeit verloren hat, so sind die Niederschläge hier ebenso schwach und von ebenso kurzer Dauer, wie im tropischen Australien. Somit ist das Klima von Timor dem australischen ähnlich und die Bedingungen einer Vermischung beider Florengebiete sind gegeben.

Das Klima der tropischen Südseeinseln hindert auch jenseits des Bereichs der Monsune die Einwanderung der indischen Gewächse nicht. Die Marianen gehören noch zum Monsungebiete selbst¹⁰⁾. Von den Karolinen bis über die Gesellschaftsinseln hinaus bewirken die Passatwinde an den ihnen ausgesetzten Abhängen durch ihren Dampfgehalt tropische Waldfülle, oder auch durch ihre Verschiebung einen Wechsel der Jahreszeiten.

Aus allen Verhältnissen ergibt sich, dass im Monsungebiet und über dessen östliche Grenzen hinaus eine geographisch übersichtliche Darstellung nicht auf das Klima begründet werden kann, sondern dass wir diesen Theil der Erde als ein Ganzes nur deshalb zusammenfassen, weil er eine Reihe von asiatischen Vegetationscentren umschliesst, die ihre ursprünglichen Erzeugnisse theils nach den physischen Bedingungen, theils nach der Wanderungsfähigkeit der einzelnen Arten vermischt haben. In Amerika ist die klimatische Gliederung zugleich eine geographische, welche eine Anzahl von Vegetationsgebieten von einander absondert: im tropischen Asien sind Kontinent und Inseln zu sehr durch das Meer zerrissen und in ihrem Niveau zu unregelmässig gestaltet, um die ursprüngliche Anordnung der Centren zu bewahren, in Afrika aber ist die

Vermischung noch viel weiter, bis zur Einförmigkeit des innerhalb der Tropen gelegenen Erdtheils fortgeschritten.

Unsere Aufgabe wird daher nicht darin bestehen, dass wir die indische Flora auf gemeinsame physische Bedingungen zu beziehen suchen, die in der That nur diejenigen der Tropen überhaupt sind, sondern dass wir den klimatischen Bedingungen nachforschen, auf welchen die Vertheilung der einzelnen Pflanzenformen und Vegetationsformationen beruht. Wurden hiebei, um den Umfang dieser Einflüsse zu begreifen, die Dauer und Stärke der atmosphärischen Niederschläge vorangestellt, so sind sie doch nicht allein massgebend. Gegen die verstärkte Insolation des wolkenlosen Himmels muss die Organisation der Pflanzen sich schützen können. Bewölkungen, Nebelbildungen, selbst die Staubmassen, welche während der trockenen Jahreszeit die Atmosphäre in der nordindischen Ebene zu trüben pflegen, bedingen andere Pflanzenformen, als der heitere, von der Sonne durchglühte Himmel der Savane auf den Sundainseln. Ein drittes, viel bedeutenderes Moment liegt in dem Dampfgehalt der Luft, unter dessen Einwirkung die Tropen die höchste Fülle und Ueppigkeit der Vegetation erreichen. Nicht als ob der Wasserdampf zur Saftmenge der Gewächse unmittelbar beitrüge, sondern darin besteht der Einfluss der feuchten Atmosphäre des Jungle auf das Pflanzenleben, dass die Wasserströmung im Gewebe verlangsamt wird, wenn durch die beschränkte Verdunstung weniger Saft verloren geht. Gewisse Organisationen der Tropenzone, wie die Farne, die Orchideen, die Piperaceen, bedürfen dieses langsamen, aber ununterbrochenen Saftstromes, um das Gleichgewicht zwischen der Aufnahme des Wassers durch die Wurzeln und der Abgabe durch die Blätter zu behaupten.

Vegetationsformen. Die tropischen Vegetationsformen haben in ihrer Bildung so viel Gemeinsames, dass es passend erscheinen könnte, von einer allgemeinen Betrachtung derselben auszugehen. In den Wäldern findet sich nur selten der einfache, auf grossen Flächen übereinstimmende Baumschlag der gemässigten Zone, der auf der geselligen Verbindung gleichartiger Individuen beruht, die verschiedensten Formen von Holzgewächsen sind unter den Tropen in demselben Bestande vereinigt und die vorherrschenden, die in der Gestaltung ihres Laubes und ihrer Verzweigung nicht sogleich das

Eigenthümliche im Einzelnen erkennen lassen, zeigen, wenn man die Blüthen und Früchte beachtet, eine Mischung besonderer Arten nicht bloss, sondern auch von ungleichen Gattungen und Familien. In den tropischen Pflanzensammlungen bilden daher die Holzgewächse stets den überwiegenden Bestandtheil. Aehnliches wiederholt sich in den zahllosen Schlinggewächsen und den auf den Baumstämmen befestigten Epiphyten, welche das dunkle Laubdach beschattet und in deren reicher Fülle die tropische Flora Vielförmigkeit vegetativer Bildungen und höchste Raumbenutzung anstrebt. Die Savanen sodann stehen zwar weit gegen die Wälder in der Verschiedenartigkeit ihrer Erzeugnisse zurück, aber auch sie folgen in den meisten Tropenländern denselben Normen der Gestaltung. Mehr als fünfzig grössere Familien¹¹⁾, fast die dreifache Anzahl von den über die ganze Erde verbreiteten Hauptgruppen, sind in der heissen Zone entweder vorherrschend vertreten oder derselben fast ganz eigenthümlich, indem sie die Wendekreise nur in vereinzelt Gattungen oder Arten überschreiten, und mit wenigen Ausnahmen bewohnen sie mehr oder minder gleichmässig alle Tropenländer.

Indessen hat eine zusammenfassende Darstellung der Tropenvegetation, die von solchen allgemeinen Andeutungen zu bestimmteren Umrissen fortschreitet, immer das Bedenkliche, durch erhöhte Uebersichtlichkeit an Wahrheit einzubüssen, wie das Motto zu Ritter's Erdkunde, dass der Irrthum leichter, als das verwirrende Urtheil in der Wissenschaft zu beseitigen sei, warnend zu erwägen giebt. Man müsste alle Tropenländer aus eigener Anschauung vergleichen können, um sicheren Auges das ihnen Gemeinsame aufzufassen. Die Quellen, denen wir zu folgen haben, leisten dies nicht, und wir werden daher an die Literatur, je nachdem sie in der Darstellung der einzelnen Floren die eine oder andere Seite der tropischen Natur in den Vordergrund stellt, uns anschliessen müssen, ohne zu verschweigen, dass manche aus einer einzigen Landschaft geschöpfte Anschauungen auch auf andere Gebiete ihre Anwendung finden, und ohne Wiederholungen gleichartiger Gegenstände zu scheuen. Die leichter zu ertragen sind, als voreilige Verallgemeinerungen. Die glänzenden Schilderungen des amerikanischen Urwalds haben Manchen in Verwunderung gesetzt und unbefriedigt lassen müssen, wenn er in Ostindien doch nur wenig von seinen gesteigerten Erwartungen

verwirklicht fand. Und doch stehen die Pflanzenformen des indischen Archipels denen Südamerikas, wo die Ueppigkeit vegetativen Lebens zur höchsten Energie sich entfaltet, so wenig nach, dass nach Zollinger's Versicherung¹²⁾ mehrere unter den von Martius herausgegebenen brasilianischen Landschaftsbildern auch als Typen der Vegetation von Java gelten können. Aber das ist gerade das Charakteristische für das tropische Asien, dass, wie es alle Abstufungen des Tropenklimas umfasst, auch die Vegetation vom grössten Reichtum bis zur Aermlichkeit der Wüste sich vereinfacht. Diesem Hauptverhältniss gegenüber scheint es weniger bedeutsam, dass die Kultur hier in weit grösserem Umfange die ursprünglichen Naturzustände gestört hat, als in den übrigen tropischen Kontinenten. In der That ist die Bevölkerung Indiens weitaus die dichteste unter allen Tropenländern und erreicht ebenso hohe Ziffern¹³⁾, wie in Europa und China. Auch hat der Anbau des Bodens in vielen Gegenden Hindostans die meisten Züge tropischen Pflanzenlebens verwischt: indessen ist Java nicht weniger stark bevölkert und doch steht die einheimische Vegetation hier noch immer übermächtig der Kultur gegenüber.

Unter den monokotyledonischen Bäumen sind die Palmen, die auf dem Gipfel ihres einfachen Stamms statt einer Krone von Zweigen unmittelbar das weithin ausgebreitete, fächer- oder fiederförmig getheilte Laub zu einer Rosette verbunden tragen, die bedeutendste Erscheinung in der Physiognomie der Tropenlandschaft. Aus dem Monsungebiete kennt man beinahe 300 Arten, die zu der Familie der Palmen gehören, ungefähr ebenso viel wie aus dem tropischen Amerika; die Zahl derjenigen, die auf den übrigen Kontinenten und Inseln wachsen, ist geringfügig. Scheidet man indessen von den hochstämmigen die kleineren Arten, die durch den niedrigen Wuchs ihres Stamms in die Form der Zwergpalmen übergehen, und die Palmlianen aus, deren Vegetationsorgane in noch weit höherem Grade abweichen, so steht Asien gegen Amerika in der mannigfaltigen Bildungsweise dieser Bäume entschieden zurück. Denn die Palmlianen, die fast sämmtlich auf das Monsungebiet beschränkt und ausserdem nur noch in Australien und Afrika schwach vertreten sind, bilden allein die grössere Hälfte aller indischen Arten. Auch in der Höhe des Stamms werden die asiatischen Palmen von einigen

amerikanischen Arten übertroffen. Zu den grössten gehört die *Corypha* (*C. umbraculifera*), eine Fächerpalme, die in Malabar und Ceylon 70 Fuss hoch wird, und die nach Miquel¹⁴⁾ von der Gebang-Palme der Sunda-Inseln nicht verschieden sein soll. Kaum erreicht sie indessen die Höhe der Cocospalme (*Cocos nucifera*), deren Stamm 60 bis 100 Fuss misst, die aber, wie alle Arten ihres Geschlechts, aus Amerika ursprünglich abstammt und, in entgegengesetzter Richtung, wie die indischen Gewächse, auf die Koralleninseln der Südsee und nach Asien verpflanzt wurde.

Aus der geographischen Verbreitung der Palmen im Monsungebiete selbst geht hervor, dass mit der zunehmenden Gleichmässigkeit der Temperatur und mit der Stärke und Dauer der Niederschläge die Mannigfaltigkeit der Arten grösser wird. Als immergrüne Bäume bedürfen sie eines stetigen Wasserzuffusses aus den Wurzeln und ertragen schwer einen Stillstand ihres Wachsthum. Es giebt nur einige Palmen, die dürre Klimate aufsuchen, wie die Palmyra-Palme (*Borassus flabelliformis*), die daher ebensowohl das Tafelland von Mysore wie die Insel Timor bewohnt, aber am oberen Ganges zu Mirut bei Delhi¹⁵⁾ schon nicht mehr fortkommt. Solch' eine Verbreitung bis in die Nähe der Steppenklimate ist eine Ausnahme von dem Typus der Familie und mit dem Auftreten der Dattelpalme in den Oasen der Wüste zu vergleichen. Da in dem grössten Theile Vorderindiens die Regenzeiten kurz sind und im Norden die Temperaturunterschiede der Jahreszeiten wachsen, so sind hier die Bildungsformen der Palmen viel einförmiger, als in dem feuchtwarmen Klima der Halbinsel Malakka und auf den Sunda-Inseln. An der regenarmen Küste des Carnatic in Hindostan werden nur vier hochstämmige Palmen angetroffen¹⁵⁾ und von diesen drei nur als Kulturbäume. Die obere Gangesebene besitzt in den Gegenden, wo die Palmyra-Palme noch gepflegt werden kann, ebenfalls nur eine einzige Palme, die wirklich einheimisch ist (*Phoenix sylvestris*). Selbst in den feuchten Küstenwäldungen von Orissa, die an Bengalen grenzen, kommen nur wenige Palmen vor. Ich finde überhaupt, dass in einem Katalog von 123 hochstämmigen und Zwergpalmen Indiens nur 19 die vorderindische Halbinsel bewohnen, 42 das Festland von Assam bis Malakka, 62 den indischen Archipel von Sumatra bis Neuirland. Die Zunahme der Palmen wird zuerst höchst bemerklich, wenn man von

Bengalen in die Stromgebiete des Brahmaputra und Irawaddi eintritt, wo in den Thälern der Khasiagebirge die Regengüsse so gewaltig werden³⁾, und sie erreicht ihren Höhepunkt in dem gleichmässig warmen Klima von Malakka bis Java. So sehr demnach die einzelnen Palmen von der klimatischen Gliederung des Gebiets abhängig sind, so ist doch die Betelnusspalme (*Areca Catechu*) ein Beispiel, dass dieselbe Art grosse Unterschiede des Wasserzufflusses erträgt. Dies beweist ihr allgemeiner Anbau, eine Folge der merkantilischen Bedeutung ihrer Früchte, die zu einem eben so seltenen, als unter den Asiaten verbreiteten Genuss dienen. Gleichmässig findet sich diese Palme durch den ganzen Süden Hindostans von der feuchten Küste Malabars über das Tafelland bis zu den dürrn Gegenden des Carnatic, und ebenso wird sie in der Aequatorialzone überall häufig angetroffen. Auffallender ist es, dass auch die Cocospalme auf den dürrn Ghauts von Mysore reichlich kultivirt wird¹⁵⁾: denn in ihrer amerikanischen Heimath an die Nachbarschaft des Meers gebunden, bedeckt sie, wie Darwin¹⁶⁾ von dem Keeling-Archipel erwähnt, oft, als wäre sie der einzige Waldbaum, die niedrigen Inseln des stillen und indischen Meers, deren Umfang von geringer Grösse ist, unstreitig weil die dampfreichen Seewinde ihr Wachsthum begünstigen. Man hat wohl die Vermuthung ausgesprochen, dass die Cocospalme ein Halophyt sei, aber dies würde noch weniger über ihre Kultur in Mysore einen Aufschluss geben, wo die örtlichen Bedingungen, unter denen sie vorkommt, näher zu erforschen sind. Gewiss ist, dass sie der Feuchtigkeit in höherem Grade bedarf, als der Wärme, da sie in Mittelamerika ziemlich hoch in die Küstengebirge ansteigt. Durch die Bedeutung ihrer Nährstoffe für den Unterhalt der Bewohner stehen unter den indischen Palmen die Cocos- und Palmyra-Palme voran, auf den Molukken und Sunda-Inseln die beiden Sagopalmen (*Metroxylon Rumphii* und *M. Sagus*).

Neben der Feuchtigkeit und Wärme, welche die Palmen in Anspruch nehmen, ist auch ihr Lichtbedürfniss gross. Hierin scheint der Grund zu liegen, dass sie nicht leicht dichte Bestände bilden und gewöhnlich, wenn sie nicht etwa gepflanzt wurden, in den Laubwäldern nur zerstreut wachsen, indem sie sich entweder über die Kronen der dikotyledonischen Bäume erheben. oder. wenn sie

niedriger sind, dem tiefen Schatten ausweichen und die stärkeren Lichtreflexe aufsuchen. Wo indessen der Boden den Laubholz-bäumen nicht zusagt, wird auch die gesellige Verbindung reiner Palmenbestände möglich, die dann eben wegen der geringen Zahl der Blätter und der Theilung derselben zu Segmenten, zwischen denen das Sonnenlicht eindringt, ziemlich schattenlose Wälder sind. So wird, von Savanen umgeben, im Westen von Java eine eigene schmale Region (bis 400 Fuss) unmittelbar über dem Küstenwalde von der Gebangpalme (*Corypha*) eingenommen¹⁷⁾, wo doch die Stämme in gewissen Abständen weitläufig geordnet sind und die Zwischenräume bald durch einen Teppich von Grasrasen, bald durch Bambusen ausgefüllt werden, ein Erzeugniss der Sandsteinformationen, von deren Boden diese Gramineen den Laubwald fern halten.

So verschieden die indischen Palmen in ihrem Wuchs sind, so ist doch die Bildung des Laubes in der ganzen Familie verhältnissmässig einförmig. Auffallend erscheint daher unter den schmalen, schilffähnlich in die Länge gezogenen Blattsegmenten, denen man in diesem Formenkreise zu begegnen pflegt, das Laub der Caryota-Palmen (z. B. *C. urens*), wo die zweimal getheilten Abschnitte keilförmig erweitert und, am oberen Ende abgestutzt und gezähnt, eine dreiseitige oder rhombische Fläche bilden. Die Verschiedenheiten im Wachsthum der Palmen liegen vorzüglich in ihrer ungleichen Höhe, in der cylindrischen oder bauchig anschwellenden Gestalt des Stamms, in der Bildung der Ringe oder Vorsprünge, welche die Blätter bei ihrem Absterben zurücklassen, sodann in den Dornen bei gewissen Arten, und in den Luftwurzeln, welche den Baum am Grunde zu stützen bestimmt sind. Zu den Zwergpalmen ist der Uebergang durch Mittelformen ein ganz allmäliger, zuweilen in der Artenreihe derselben Gattung (*Ptychosperma*), unvermittelt hingegen ist der Gegensatz der Palmlianen, die sämmtlich zu der Gruppe der Calameen gehören.

Ich schliesse hier, die Uebersicht der Bäume unterbrechend, gleich diese Formen der Zwergpalmen und Palmlianen an. Dass die ersteren das klimatische Grenzgebiet der Palmenzone zu bewohnen pflegen, zeigte sich schon in Südeuropa und in der Steppenflora am Indus. Aber im Monsungebiete finden wir Zwergpalmen auch in den wärmsten Gegenden der immergrünen Aequatorialzone. Die

Nipa-Palme (*N. fruticans*), die ihre unterirdischen Organe in den Schlamm Boden der Küste streckt und ihren Stamm nur selten einige Fuss hoch über denselben erhebt, bildet durch ihr geselliges Vorkommen und vermöge ihrer gewaltigen Laubrosette von 15—30 Fuss langen Fiederblättern eine der ausgezeichnetsten Formationen des indischen Archipels, ein Ufergebüsch an der Binnenseite des Mangrovwalds. In diesen von den Wogen des Meers erreichten Stümpfen würde sie die Last so grosser Blätter nicht sicher zu tragen im Stande sein, wenn sie nicht ihren Stamm, gleichsam wie einen Anker, so tief in den Schlamm versenkte. Auch die der Zwergpalmenform verwandte, an der grösseren Starrheit des zu schmalen Fiedersegmenten gespaltenen Laubes leicht erkennbaren Cycadeen (z. B. *Cycas circinalis*) wachsen vorzugsweise an den Aequatorialküsten, in langsamem Wachstum erheben sie sich indessen nicht selten zu beträchtlicher Stammhöhe.

Die Palmlianen werden nach einer hindostanischen Art (*Calamus Rotang*) unter der Bezeichnung Rotangpalmen zusammengefasst. Sie unterscheiden sich von den hochstämmigen Palmen nicht bloss dadurch, dass sie als holzige Schlinggewächse auf die Bäume des Jungle sich stützen und an denselben hoch emporsteigen, sondern auch durch die Entwicklung der Glieder des Stamms zwischen den Fiederblättern, so dass diese ihn in gewissen Abständen der Länge nach belauben. Eine länger dauernde Erhaltung der Blätter, die nun vom Gipfel auf die Seitenfläche des Stamms hinabrücken, kommt auch bei der Zuckerpalme (*Arenga saccharifera*) vor, aber ihre Vereinzelung durch überwiegendes Längenwachstum des oft nur fingerdicken Holzkörpers ist den Rotangpalmen eigen. So erreichen sie, von Baum zu Baum fortklettern, eine ausserordentliche Ausdehnung, und man hat die biegsamen Stämme zuweilen mehrere hundert Fuss [300 Fuss¹²] weit verfolgen können, ohne ihr Ende zu erreichen. Oft befestigen sie sich mit dornigen Ranken, in welche ihre Blattstiele auslaufen, und mit noch viel stärkeren Dornen pflegen die Scheiden des Laubes besetzt zu sein. Durch diese überall in den Wäldern des Monsungebiets verbreiteten Rotangpalmen werden im höherem Masse, als durch die übrigen Lianengeflechte, die indischen Jungles so unzugänglich; um einzudringen, müssen sie Schritt für Schritt mit der Axt beseitigt werden. Sie erschweren die Jagd auf

die stärkeren Thierformen, die sie in ihren Schlupfwinkeln sicher beschützen, in solchem Grade, dass ungeachtet der dichten Bevölkerung eine Abnahme des Tigers kaum bemerkt wird.

Neben den Palmen zeichnen sich unter den monokotyledonischen Holzgewächsen die indischen Bambusen durch eine hohe Mannigfaltigkeit der Gestaltung und durch ihr noch allgemeineres Vorkommen aus. Zollinger's Darstellung der javanischen Arten¹²⁾ gewährt einen Ueberblick über ihren verschiedenartigen und doch in den Hauptzügen übereinstimmenden Wuchs. Es giebt Arten, deren Stamm über hundert Fuss erreicht (130' hohe wurden gemessen), die gewöhnliche Grösse beträgt zehn bis fünfzig Fuss. Niedriger und dichter verflochten sind besonders die dornigen Bambusen, die fast undurchdringliche Gebüsche bilden. Die Dicke des Stamms schwankt zwischen einem Fuss und wenigen Millimetern¹⁷⁾. Die Farben des Laubes wechseln zwischen reinem Grün und matt gelblichen Tönen. Am längsten werden die als Lianen vegetirenden Arten (z. B. *Dinochloa*), die demnach in diesem Formenkreise den Rotangpalmen entsprechen, und deren Aeste mit ihren zarten Blattbüscheln aus den Baumkronen zierlich herabhängen. Die schlankeren Formen verzüngen nach oben den durch Kieselgehalt erhärteten Stamm, der an seinen Knoten mit den kurzen Zweigen und deren Blattbüscheln der Länge nach besetzt ist. Wie ein gigantisches Rohr streben sie vom Boden, wo sie rasenartig verbunden sind, nach aufwärts und neigen sich zuletzt nach allen Seiten in sanftem Bogen, ihr Laub gegenseitig verschränkend. Ihr geselliges Zusammenleben, die dichte Anordnung der Stämme, die im Winde sich berührend ein leises Geräusch erzeugen, der mit ihren abgestorbenen Blättern bedeckte Boden schliessen innerhalb des Bambusenjungles jede fremdartige Vegetation aus. So ausnehmend rasch auch das Wachsthum der Bambusen bei reichem Wasserzuffluss vor sich geht, so dass in wenig Tagen der Stamm um ganze Fusse gleichsam sichtbar sich verlängern kann, so ertragen sie doch den Stillstand trockener Jahreszeiten und sind daher sowohl im feuchten Walde als in den dürren Savanen heimisch. In dem trockeneren Klima herrschen indessen die niedrigeren Gebüschformen, einige Arten werfen sogar ihr Laub periodisch ab¹²⁾. Die grösste der in Siam einheimischen Bambusen entwickelt ihre Garbe von 80 bis 100 Fuss hohen Stämmen in dem

Zeitraum von drei bis vier Monaten und sinkt dann, in der trockenen Jahreszeit absterbend, zu Boden¹⁸⁾. Unter welchen Bedingungen gewisse Arten von Bambusen auch bei niedrigen Temperaturen gedeihen, wird bei den Regionen des Himalaja nachgewiesen werden, wo dieselben in Sikkim bis zur Baumgrenze ansteigen.

Die Pandanusform, die von den Palmen sich durch eine Rosette von einfachen, starren Schilfblättern unterscheidet, pflegt den Stamm zwar in einige Aeste zu theilen, aber die Lauborgane krönen deren Gipfel, wie bei anderen monokotyledonischen Bäumen. Wechselnd in ihren Grössenverhältnissen und von dem Jungle nicht ausgeschlossen, sind die Pandaneen für die Küstenphysiognomie des Monsungebiets und namentlich auf den Südseeinseln besonders charakteristisch, wo sie, auf Luftwurzeln gestützt, den dürren Sandboden oder auch den nackten Fels bewohnen. Nach ihrem Vorkommen zu urtheilen, scheinen sie weniger des dauernden Wasserzuflusses durch die Wurzeln, als der Feuchtigkeit der Luft zu bedürfen, die ebenso wie die Festigkeit ihres bläulich fahlen Laubes, den Saft zu entweichen hindert. Auch unter den Pandaneen giebt es stammlose Formen, die auf dem sumpfigen Küstenboden einiger Molukken der Nipa-Vegetation entsprechen (*Pandanus caricosus*), und in einer auf den indischen und pacifischen Inseln weit verbreiteten Gattung (*Freyinetia*) wiederholt sich auch der rankende Wuchs der Rotangpalmen. Das weichere und biegsamere Blattgewebe der Pandanusform übrigens so ähnlichen Liliaceenbäume ist auf dem indischen Archipel durch einige Dracaenen (*Cordylone*) vertreten, aber im Ganzen dem Monsungebiete ziemlich fremdartig.

Die Pisangform trägt eine Rosette von ungetheilten, breiten, elliptisch gerundeten, glänzend grünen Blättern, die in der Richtung der Gefässbündel wegen ihrer Grösse leicht zu Fetzen zerreißen. Der einfache Stamm bleibt verhältnissmässig niedrig und weich, wenn auch seine Dicke leicht einen Fuss betragen mag. Dass der Pisang und die Banane (*Musa paradisiaca* und *M. sapientum*), diese Nahrungspflanzen ersten Ranges unter den Tropen, aus Indien stammen, obgleich sie schon vor der Entdeckung Amerikas in diesen Erdtheil gelangt zu sein scheinen, hat bereits R. Brown aus der Verbreitung der übrigen Arten dieser Gattung gefolgert¹⁹⁾, und es fehlt auch nicht an Beobachtungen, dass jene Bäume noch jetzt in

Hinterindien und auf einigen Inseln des Archipels als einheimische Erzeugnisse des Jungle angetroffen werden²⁰). Sie entsprechen daher einem Klima von intensiven Regenzeiten und gleichmässiger Tropenwärme. Weniger sind sie von der Höhe der Temperatur abhängig, in Java wächst der Pisang noch im Niveau von 6000 Fuss allgemein und in grösster Ueppigkeit, wo Junghuhn die Mittelwärme zu 14° R. bestimmte²¹). Aber in den Wäldern dieser Region sind die Niederschläge noch weit stärker, als an der Küste, es ist die eigentliche Wolkenregion der Insel, wo dichte Nebel sich täglich in den Morgenstunden bilden, um später in Regengüsse sich aufzulösen. Der natürliche Standort der Pisangform ist der schattige Raum des Junglewalds, im Archipel werden etwa zehn Arten unterschieden.

Durch die Farnbäume, deren Laubrosette der der Palmen ähnlich ist, aber aus mehrfach getheilten, zarter gebildeten Blättern besteht, wird die Reihe der Formen mit unverzweigtem Holzstamm abgeschlossen. Ihre geographische Verbreitung beweist, dass sie unter ähnlichen klimatischen Bedingungen stehen, wie der Pisang, dass aber einzelne Arten über dessen Kulturgebiet hinausreichen. Sie fehlen den Wäldern des Tafellandes von Dekkan, wie die Aroiden, die Piperaceen und Laurineen, alle diese Familien treten aber in den feuchten Jungles des indischen Himalaja auf. Von hier aus begleiten die Farnbäume die feuchten Klimate Hinterindiens bis zur Aequatorialzone des Archipels, wo sie an Mannigfaltigkeit zunehmen. In Java bewohnen sie, in den Arten wechselnd, die Gebirge, so weit sie bewaldet sind, bis zu den Gipfeln (1200—9000 Fuss). Auch auf den Philippinen beginnen sie erst über dem Niveau von 1000 Fuss im Jungle sich zu zeigen²²), wo die Luft sehr feucht ist. Ihr schlanker Stamm ist in den meisten Fällen von geringer Höhe und erreicht die Krone der beschattenden Laubhölzer nicht. Zu der elastischen Biegsamkeit des übrigens festen Holzkörpers tragen ohne Zweifel die den Farnen eigenen gestreiften Gefässe bei, die ihn erfüllen. Die in der unteren Waldregion Javas häufigste, von Junghuhn abgebildete²¹) Art (*Alsophila contaminans*) wird nur 10 bis 15 Fuss hoch und breitet ihre Gipfelrosette von feingefiederten Blattwedeln in sanft gewölbtem Bogen zu einem Schirm aus, dessen Durchmesser der Stammhöhe gleicht. Aber merkwürdig ist es, dass einer der grössten Farnbäume, dessen Stamm aber doch im Verhältniss

zu einer Höhe von 40 bis 50 Fuss ausnehmend dünn bleibt (*Alsophila lanuginosa*) gerade auf die oberste Waldregion Javas (7000 bis 9000 Fuss) durchaus beschränkt ist²¹). Da die Wärme in diesem Niveau nur noch etwa 8° beträgt und über der Wolkenregion (7500 Fuss) auch die Feuchtigkeit abnimmt, so sehen wir hier einen klimatischen Grenzwert der Farnbäume erreicht, der, dem Vorkommen dieser Pflanzenform in höheren Breiten der Südhemisphäre entsprechend, bei der Beurtheilung der Naturverhältnisse zur Zeit der Steinkohlenflora zu beachten ist, als Gebilde von ähnlicher Organisation auf der ganzen Erde vorherrschten. Wo die Farnbäume auftreten, lassen sie stets auf intensive Feuchtigkeit, sowohl wässrige im Boden, als dampfförmige in der Luft schliessen. Sie sind da zu erwarten, wo Wälder und Gebirge den Wasserdampf anhäufen und verdichten, den weite Meeresflächen herbeiführen, und wo jene gleichmässige Wärme herrscht, die eine ununterbrochene Vegetation möglich macht, während ihre Ansprüche an die Höhe der Temperatur in weiterem Umfange wechselnd sind.

Die dikotyledonischen Laubhölzer bilden den weit überwiegen- den Bestandtheil aller tropischen Wälder. Ihre Mannigfaltigkeit ist selbst in den einzelnen Beständen so gross, dass es schwer hält, in der Fülle des Zusammenlebens so verschiedener Organisationen, die mit gleichen Kräften im Jungle sich begegnen, leitende Gesichtspunkte festzuhalten. Es ist die Aufgabe, die Erscheinungen so aufzufassen, dass sie zum Verständniss der Lebensbedingungen, sowie zur Charakteristik einer Flora dienen können, und sich lieber mit wenigen Hauptzügen zu begnügen, als durch das Streben nach Vollständigkeit die Anschaulichkeit und den Ueberblick über das Ganze zu verlieren. Die Pracht des Tropenwalds ist oft überschätzt worden, sie liegt mehr in der Vereinigung ungleicher, aber ausdrucks- voller Vegetationsformen und in der Ueppigkeit ihres Wachsthum, als in der Schönheit der Individuen. Wenn die Hochwälder unserer Breiten zuweilen den Eindruck der säulengetragenen Halle eines gothischen Doms hervorrufen, gleichen sie in jenen feuchtwarmen Klimaten vielmehr überfüllten Treibhäusern, in welchen das Einzelne nur unvollkommen zur Anschauung gelangt. Den kühn nach aufwärts strebenden Nadelhölzern, die in den Forsten der gemässigten Zone so gewöhnlich sind, kommt die Höhe der Bäume nicht

gleich, deren verzweigte Kronen zu einem düsteren Laubdach sich verflechten. Von grösserer Bedeutung ist die Dicke ihres Stamms, wenn es darauf ankommt, ein mächtiges Zweiggerüst zu unterstützen. Das durchschnittliche Höhenmass der gemischten Bestände in den tieferen Regionen Javas beträgt nach Junghuhn²¹⁾ nur 70—80 Fuss; einzelne Bäume ragen um ein Drittel oder Viertel, der Rasamala (*Altingia excelsa*) um das Doppelte aus den übrigen hervor und sie gewähren, aus der Ferne betrachtet, den Anblick von terrassenförmig geordneten Laubkronen, sie bilden hier den »Wald über dem Walde«, wie Humboldt über ähnliche Erscheinungen in der Physiognomie des amerikanischen Urwalds sich ausdrückte. Bei starken Individuen des Rasamala, der, den Platanen verwandt, unter allen Bäumen der Monsunflora, an Höhe des Stamms (160 Fuss) seines Gleichen sucht und nur von dem Gurjun, einer Dipterokarpee in Chittagong (*Dipterocarpus turbinatus*: über 200 Fuss) übertroffen zu werden scheint, findet man den säulenförmigen Stamm gegen sechs Fuss dick, ohne dass er unterhalb der Krone, in einer Länge von fünfzig bis sechzig Fuss sich erheblich verzweigt. Hier ist die grösste Festigkeit die Bedingung der Tragkraft, die bei der tief herabreichenden Verzweigung der Bombaceenform durch unförmliche Anschwellung des Holzkörpers erreicht wird. Viel allgemeiner sind die dem gleichen Zwecke dienenden Holztafeln oder in senkrechter Richtung vorspringende Leisten am Grunde der tropischen Baumstämme, deren Bildung Mohl²³⁾ sinnreich davon ableitet, dass der im Bast herabsteigende Bildungs-saft da gestaut wird, wo er in die horizontal ausgebreiteten Wurzeln übergeht. Diese tafelförmigen Auswüchse des Stamms sind schmal wie Bretter, aber nach abwärts in radialem Sinne bis zum Boden erweitert, von einer Grösse, dass Tischplatten daraus verfertigt werden können. Ihre stützende Tragkraft, welche in anderen Fällen durch die frei vom Stamm sich ablösenden Luftwurzeln ersetzt wird, tritt erst dann in Thätigkeit, wenn der Baum ein gewisses Alter erreicht hat, wenn die Last der Krone wächst, nun aber auch das reichlicher entwickelte Laub so viel mehr Masse von plastischen Stoffen erzeugt: dann erst beginnen die Holztafeln sich auszubilden. Die Wirkungen sind demnach durch das in einander greifende Wachsthum der verschiedenen Organe von selbst gegeben. Hier aber können wir neben der entwicklungsgeschichtlichen auch die der

Aussenwelt zugewandte Richtung des organischen Lebens erkennen, die uns überall begegnet, aber nicht immer als gleichberechtigt verstanden wird. Auf der einen Seite verfügt der Organismus über geeignete Mittel zur Erhaltung seines Wirkens, auf der anderen erreicht er Zwecke, die der Entwicklung der Organe fremdartig sind. Denn alle diese Einrichtungen, den Bäumen feuchter Tropenklimate eine grössere Festigkeit des Stamms zu verleihen, stehen mit ihren Lebensbedingungen insofern in Beziehung, als der Boden, in welchem sie wurzeln, in weit höherem Grade von den intensiven Niederschlägen durchweicht ist, als in der gemässigten Zone²¹⁾. Zugleich häufen sich durch die grössere Laubfülle seine humosen Bestandtheile, durch welche die Feuchtigkeit zurückgehalten wird. Und doch müssen die Bäume, deren Wurzeln daher zur Haltbarkeit des Stamms weniger beitragen können, in der nassen Jahreszeit täglichen Gewittern und den heftigsten Orkanen, die sie begleiten, Widerstand leisten. Diesen feindlich bedrohenden Kräften der unorganischen Natur begegnet der Organismus durch die verschiedensten Richtungen des Wachsthumms, durch Erweiterung des Stammumfangs, erhöhte Härte des Holzgewebes, durch die wie Strebepfeiler wirkenden Holztäfelchen oder durch die Luftwurzeln. Um hier das zum Waldschutz Erforderliche herzustellen, kann die Höhe des Stamms bis zu einem gewissen Grade beschränkt werden, in sofern die Masse der verwendbaren Bildungsstoffe in jedem Falle eine begrenzte, von dem Umfange der Belaubung abhängig ist. Im Juncle ist die Thätigkeit der Blätter durch die Feuchtigkeit gesteigert, in den Savanen auf das Nothdürftige eingeschränkt, und in diesem Verhältniss verringert sich auch die Höhe der Savanenbäume, die, von unansehnlichem Wuchs, selten höher als 30 Fuss werden²¹⁾.

Zu den merkwürdigen Erscheinungen einer bestimmten Richtung des Bildungstriebms, wodurch die Befestigung der Bäume am Boden gesichert wird, gehören die Gerüste von Luftwurzeln, die bei den Banyanen- und Mangroveformen die Laubkronen stützen und unter einander organisch verbinden. Das Eigenthümliche besteht darin, dass hier die verholzenden Luftwurzeln nicht aus der Seitenfläche des Stamms entspringen, sondern von den Zweigen senkrecht nach abwärts wachsen. Bei der Banyane Hindostans (*Ficus indica*), welcher eine Reihe anderer Arten von tropischen Feigenbäumen sich

anschiessen, bleibt der Hauptstamm schwach und bis zu seiner Verästelung niedrig, er soll fast immer epiphytisch auf anderen Bäumen keimen, auf Palmen, die er mit den ersten Luftwurzeln umschlingt und dadurch zu Grunde richtet. Sobald seine Zweige erst selbst gestützt werden, ist das horizontale Wachstum dieser letzteren ein unbeschränktes. Die Stützen werden zu neuen Stämmen, und Krone an Krone breitet sich wie über einer gemeinsamen Säulenhalle aus. So ist in den indischen Religionssystemen die Banyane ein Sinnbild unerschöpflich bildender Naturkräfte. Im Archipel sah Reinwardt²⁵⁾ einen grossen Wald, dessen Bäume, sämmtlich aus einem einzigen Stamm (von *Ficus benjamina*) hervorgegangen, fast alle noch unter einander in Verbindung standen. Hier finden die Feigenbäume, weil ihr Stamm dazu nicht ausreicht, in den eigenen Luftwurzeln ihre Stütze. In anderen Fällen umwickeln sich dieselben wie ein Flechtwerk um fremde Bäume oder ihre Stämme selbst werden zu Lianen. Bilden sie ein dichteres Flechtwerk um den Stamm, der sie trägt, oder sind sie durch ein festes Gerüst von Klammerorganen daran befestigt, so hemmen sie durch Einschnürung dessen Saftbewegung und Wachstum, bis unter ihrer Hülle diese lebendige Stütze zuletzt verdorren und absterben mag. In der Mannigfaltigkeit solcher Bildungen, die doch alle denselben Zweck haben, äussert sich die so ungleiche Lebensweise der zahlreichen Arten von Feigenbäumen, die im tropischen Asien und in den übrigen Tropenländern einheimisch sind. Auch in einigen anderen Familien kommen ähnliche Uebergänge vom selbständigen zum rankenden Wachstum der Holzgewächse vor.

Die Rhizophoren oder die Mangrovebäume unterscheiden sich dadurch von den Banyanen, dass die Luftwurzeln nicht aus den Zweigen selbst, sondern aus den noch daran befestigten Früchten entspringen und die neuen Individuen sich später leicht vom Mutterstamm ablösen. Alle tropischen Küsten umsäumend, deren ebener Boden aus thonreichem Schlamm besteht und vor übermässiger Brandung geschützt ist, erheben sie ihre kurzen Stämme und kuppelförmigen Kronen, mit glänzendem Lorbeerlaub bedeckt, 10 bis 25 Fuss hoch über den Spiegel der Fluth, die in ihre Waldungen eindringt. Während der Ebbe werden die Wurzeln entblösst, die, zu verzweigten Ströbepfeilern ausgespannt, abwärts in den Schlamm-

boden eindringen und oben, an ihrem Vereinigungspunkte, den frei in der Luft schwebenden Stamm tragen. In einem weichen Boden, der täglich zweimal vom Meere hoch überfluthet wird, würde eine Keimung des Samens und Befestigung der Keimpflanze unmöglich sein, auch ist das Laub nicht bestimmt, vom Wasser berührt zu werden. Deshalb trennen sich die schotenförmig ausgestreckten und abwärts hängenden Früchte erst dann von ihrem Mutterstamm, wenn ein neuer Baum aus ihnen entstanden ist, der wie ein Fahrzeug, das auf mehreren Ankern ruht, kräftig genug gestützt wird, um der Bewegung der Wellen Widerstand zu leisten.

Die Anschwellung des Stamms, wodurch die Bombaceen- von der Lindenform abweicht, ist im tropischen Asien ohne bedeutende Vertreter. Indessen ist die Stärke der Stämme auch hier oft weit beträchtlicher, als in der gemässigten Zone. Die breiten oder fächerförmig getheilten Blattgestalten sind bei diesen Baumformen häufig: unter den Fruchtbäumen besitzt sie der Brodbaum (*Artocarpus incisa*), dessen Kulturgebiet von den Sundainseln bis zu den fernsten pacifischen Archipeln reicht. Einige Araliaceen (*Heptapleurum*) verhalten sich in ihrer Stammbildung der Bombaceenform, der sie in ihrer Belaubung gleichen, gerade entgegengesetzt, sie bilden einen Uebergang zu der amerikanischen Clavija-Form. Sie tragen nämlich, wie monokotyledonische Bäume, nur auf dem Gipfel des einfachen Stamms oder der Aeste ihre grossen, fächerförmig zusammengesetzten Blätter, sind aber nur von geringer Grösse.

Wenden wir uns nun von den Stämmen der dikotyledonischen Bäume zu der Bildung ihrer Blätter, so finden wir das klimatisch bedeutendste Moment in der Dauerhaftigkeit ihres Gewebes. Das immergrüne Laub in seiner lange Zeit anhaltenden Thätigkeit entspricht der gleichmässigen Wärme der Tropenzone und wird mit der zunehmenden Dauer der Regenperiode zur vorherrschenden Gestaltung des Waldes. Unter allen im Jungle vereinigten Bäumen ist die Lorbeerform die häufigste und in der Reihe der Familien, denen diese einfache Laubgestaltung zukommt, lassen sich wiederum einige Verschiedenheiten nach den Feuchtigkeitsgraden, deren sie bedürfen, erkennen. Die Laurineen selbst gehören zu denjenigen Gruppen, die unter dem Einfluss ununterbrochener Niederschläge in der Wolkenregion des Himalaja und der Sundainseln vorzugsweise gedeihen.

Dass aber hiebei die Organisation der Fortpflanzungsorgane, oder, was dasselbe ist, die systematische Stellung nicht allein massgebend sei, geht schon daraus hervor, dass unter denselben klimatischen Bedingungen auch die immergrünen Eichen und Kastanien Javas stehen und daselbst mit den Laurineen in Gesellschaft wachsen. Einige Familien aus dem Kreise der Lorbeerform sind in den meisten Tropenländern im Bereich ihrer feuchten Wälder artenreich, wie die Rubiaceen, Urticeen, Anonaceen, Sapoteen, Combretaceen. Aber mit anderen Floren der alten Welt verglichen, ist das Monsungebiet nicht bloss überhaupt reicher an Vertretern dieser Baumform, sondern auch in mehrfacher Beziehung eigenthümlich ausgestattet. So sind hier die Guttiferen, Ternstroemiaceen (*Saurauja*) und Myristiceen am zahlreichsten; zu den Magnoliaceen (*Michelia*), Myrtaceen (*Barringtonia*) und Hamamelideen (*Altingia*) gehören durch Häufigkeit des Vorkommens ausgezeichnete Gattungen; die Dipterocarpeen sind fast ganz auf das tropische Asien eingeschränkt. Endlich bilden hier die Amentaceen einen bedeutenden Bestandtheil der Wälder in jener feuchten Zone, die vom indischen Himalaja durch Hinterindien über den Archipel sich erstreckt. Unter den in technischer Beziehung wichtigsten Bäumen sind zwei Dipterocarpeen anzuführen, der als Bauholz geschätzte Salbaum (*Shorea robusta*), der längs des Terai am Fuss des Himalaja einen schmalen, vom Gangesdurchbruch bis zum Brahmaputra in Bootan fast zusammenhängenden Waldgürtel bewohnt²⁶⁾, und der Kampherbaum Borneos (*Dryobalanops Camphora*), dessen Erzeugniss mit dem aus einer chinesischen Laurinee (*Cinnamomum Camphora*) gewonnenen Kampher, so wenig auch beide Gewächse systematisch verwandt sind, doch völlig übereinstimmt.

Einige Bäume der indischen Jungles werfen in der trockenen Jahreszeit ihr Laub ab und entsprechen der Sykomorenform Afrikas. Zu diesen gehört der als Bauholz wichtigste Baum des Monsungebiets, der Teak (die Verbenacee *Tectona grandis*), durch grosse und breite Blätter ausgezeichnet, deren Durchmesser einen Fuss und mehr beträgt. In vielen Gegenden sind die Teakwälder durch den Verbrauch verschwunden, doch lehrt ihre Verbreitung noch jetzt, dass sie eines mittleren Grades von Feuchtigkeit bedürfen und sowohl den anhaltenden Niederschlägen des Aequatorialklimas als den dürren Land-

schaften ausweichen. Sie fehlen dem Tafellande Vorderindiens, dessen nördlichen und westlichen Abhängen sie angehören, während sie an der regenarmen Küste von Koromandel nur im Thale des Godaverystroms auftreten: ebenso wenig werden sie unter dem Aequator, weder in Sumatra noch in Borneo²⁷⁾, angetroffen. Im nordwestlichen Hindostan sind sie an den Vindhya-Bergen, im Flussgebiete des Nerbada, am ausgedehntesten, kehren dann an der Küste Hinterindiens in Pegu und Tenasserim wieder und erscheinen jenseits des Aequators noch einmal im östlichen Java und auf einigen der kleinen Sundainseln, wo die Niederschläge abnehmen oder von sandigem Erdreich verschluckt werden²⁸⁾. So wird von Sumbawa angeführt¹²⁾, dass, je reiner die regenlose Jahreszeit ausgebildet ist, auch die Wälder viel allgemeiner in dieser Periode ihr Laub verlieren. Die entlaubten Teakbäume Javas, die daselbst gesellig wachsen, gleichen den mit der Mistel bewachsenen Laubhölzern unseres Winters, nur dass in viel grösserem Massstabe die Epiphyten, Farne und Loranthaceen auf ihren kahlen Aesten fortgrünen, während die letzteren zugleich ihre farbigen Blüten entfalten.

Die wegen immergrüner Belaubung von der Esche abgesonderte Tamarindenform ist nächst der des Lorbeers unter den dikotyledonischen Bäumen der Tropenwälder die häufigste Erscheinung, die namentlich durch Leguminosen, Sapindaceen, Meliaceen und Terebinthaceen vertreten wird. Der in Indien allgemein vorkommende Toona-Baum (die Meliacee *Cedrela Toona*), dessen Holz geschätzt wird, ist der Esche in den gefiederten Blättern ähnlich. Durch verminderte Zahl der Seitenorgane geht die Tamarindenform allmählig in einfachere Laubgestaltungen über. Bei dem Ploso (*Butea frondosa*) besteht das Blatt nur aus drei Abschnitten von bedeutender Grösse: dieser Baum, einer der häufigsten in den trockenen Klimaten Indiens, ist auch im entlaubten Zustande, mit reichen, fast zwei Zoll langen, feurgelben Schmetterlingsblüthen beladen, ein herrlicher Schmuck der Landschaft. Unter den Aurantiaceen, die sämmtlich aus dem Monsungebiete abstammen, wird das gefiederte Blatt bei den Agrumen (*Citrus*) zum einfachen Lorbeerblatt, indem die Seitenabschnitte ganz unterdrückt, aber durch die Gliederung und Form des Blattstiels noch angedeutet sind.

Mit dem Ploso ist in Dekkan die Mimoseenform gesellig ver-

bünden und ebenfalls ein Ausdruck hoher Wärme in einer völlig regenlosen Jahreszeit. Hierbei scheint es bemerkenswerth, dass, wie der Ploso eine Kinosorte liefert, auch ein unter gleichen Bedingungen stehender und mit ihm in Gemeinschaft wachsender Mimoseenbaum (*Acacia Catechu*) durch die Produktion von Gerbsäuren hervorrage. Wenn man von den feuchten Jungles des indischen Himalaja in die dünnen, waldlosen Ebenen des Punjab übergeht, äussert sich der Gegensatz des Klimas in der Physiognomie der Landschaft dadurch, dass dort die Lorbeerform, hier die der Mimoseen und Dornsträucher vorwaltet. Mimoseenbäume (*Albizia*, *Acacia*) sind es auch, die in den Savanen an der Südküste Javas zu lichten und unvermischten Beständen sich vereinigen, sie erheben sich, frei von Lianen und Epiphyten, über der Grasmatte des Kalkbodens²⁸).

Der Uebergang der Lorbeer- zur Olivenform und dieser zu der schmalen Blattgestalt der Nadelhölzer ist in den indischen Coniferen dargestellt [*Podocarpus*²⁹], welche die oberen Waldregionen der javanischen Gebirge bewohnen. Zuletzt geht die Blattnadel in der australischen Casuarinenform ganz verloren, bei welcher durch blattlose Zweige die Thätigkeit des Laubes ersetzt wird. Die Casuarinen (*C. equisetifolia*), anscheinend vom australischen Kontinent aus verbreitet, werden an den sandigen Küsten des tropischen Asiens bis zu den Südseeinseln zu einer bedeutenden Landschaftsform, aber sie treten auch in den Gebirgen der Sundainseln auf (*C. montana*) und bilden hier an gewissen Orten die sogenannten Tjemoro-Wälder (4500—9500 Fuss), deren Boden dürr und kahl ist²⁸), und wo die gemeinsamen Bedingungen ihres Vorkommens zu erkennen sind. In dem porösen Erdreich, in welchem sie sowohl am Meere, als im Gebirge wurzeln, werden die Niederschläge nicht zurückgehalten, auch ist die Humuserzeugung aus Blattadeln oder Casuarina-Zweigen geringfügig. Dasselbe Verhältniss kann aber auch durch verminderte Niederschläge bedingt sein, und auf diese Weise nähert sich die Lebenssphäre dieser Baumform, ebenso wie die der Eukalypten auf Timor, den klimatischen Bedingungen der australischen Flora. In den Battaländern des nördlichen Sumatras, wo die Grenzen der Regionen hinabrücken, sind die Berg-Casuarinen von einer Kiefer mit langen Blattadeln (*Pinus Merkusii*) begleitet: die Pinus-Arten, welche von hier aus über die Gebirge Hinterindiens mit den chinesischen

in Verbindung stehen und sodann auf dem Himalaja an Mannigfaltigkeit zunehmen, scheinen nach Süden den Aequator nirgends zu überschreiten.

In den feuchten Tropenklimate entfalten die Lianen und Epiphyten das reichhaltigste Bild unter allen Vegetationsformen des Jungle. Der Mannigfaltigkeit dieses Schmucks der Bäume gegenüber erscheinen die selbständigen Gestaltungen verhältnissmässig einförmig, ein einziger Stamm gleicht mit seinen Verzierungen einem Treibhause, wo die verschiedensten Gewächse vereinigt sind. Suchen sie dem schlammigen Boden zu entfliehen, oder ist es die Energie des durch feuchte Wärme geförderten Lebens, welche diese höchste Raumbenutzung veranlasst? Auch das tippige Wachstum hat seine Schranken, nicht allein in der Nässe des Erdreichs, sondern auch in der Beschattung durch die dichten Laubkronen, wodurch die Sonnenstrahlen gehindert werden, in die Tiefe des Jungle einzudringen. Alles strebt nach aufwärts, dem Lichte entgegen, welches zur Verarbeitung der Nährstoffe nothwendig ist. Wie aber dieser Zweck gentgender Beleuchtung wirklich erreicht werden kann, darüber ist auf die Darstellung des südamerikanischen Urwalds zu verweisen, wo die nähere Erforschung dieses Verhältnisses zuerst unternommen wurde. Hier wollen wir nur vorläufig voraussetzen, dass, je mehr ein Gewächs von dem beschatteten Boden sich zu entfernen vermag, desto sicherer ihm auch die Lichtquellen des Waldes zu Gebote stehen.

Die Lianen erreichen diesen Zweck durch ihr Längenwachstum. Die Verdickung des Stamms ist aufgegeben, um die Entwicklung der Stengelglieder zu fördern, sei es dass gar keine Verholzung eintritt, wie in der Convolvulusform, oder dass, wie bei den tropischen Lianen im engeren Sinne, nur das Anwachsen im Querdurchmesser beschränkt bleibt. Je höher aber die Axe wird, desto weniger ist sie fähig, die Last der seitlichen Organe zu tragen, diese Leistung wird daher den stützenden Bäumen überlassen. Schon die morphologische Seite dieser Aufgabe, durch wechselnde Wachstumsrichtungen und durch Umbildung der Sprossen wirksame Haftorgane herzustellen, wird auf die verschiedenste Weise erfüllt. Das Gewicht der oberen Theile, die Berührung mit fremden Körpern, der Lichtreiz selbst wirken dabei auf die Spannungen des Gewebes, die

auf die Richtung der Axe von Einfluss sind. Die Untersuchungen Darwin's geben davon einen Ueberblick, der die Erscheinungen ziemlich vollständig umfasst, aber ihren Mechanismus weiterer Forschung übrig lässt. Ebenso mannigfaltig, wie die Entwicklung, ist auch das physiognomische Bild der Lianen im Jungle, wie dasselbe auf den Landschaftszeichnungen von Kittlitz³⁰⁾ aus den Karolinen und Marianen, von Rugendas und Martius aus Brasilien übereinstimmend aufgefasst wird. Am Stamme haftend, wie der Epheu, ihn umwindend, wie der Hopfen, sich durch Ranken befestigend, wie der Weinstock, fügen sie diesen bekannten Formen der gemässigten Zone unter den Tropen die gegenseitige Verknüpfung und die Blattlosigkeit der unteren Axentheile hinzu, indem sie, sich streckend, sich verschlingend oder in Schraubengängen verflechtend, Laub und Blüthen in den Laubkronen verbergen. Ihnen ist das Wachsthum von Baum zu Baum, von einer Stütze zur anderen eigenthümlich, die sie in steilen oder geneigten Richtungen umkränzen, oder von deren Kronen sie wieder frei herabhängen. Auch die steilen Felsabstürze umranken sie, wie die Bäume, weil sie nicht aus diesen, sondern aus dem Erdboden ihre Nahrungstoffe empfangen.

Bei den monokotyledonischen Lianen ist die geringe Dicke des Stamms, wenn er holzig wird, eine nothwendige Folge der anatomischen Entwicklung, und gerade in diesen, den Rotangpalmen, den Freycinetien und kletternden Bambusen finden wir, wie bemerkt, die entschiedenste Eigenthümlichkeit des asiatischen Jungle, denen die in allen Tropenländern verbreiteten Smilaceen an die Seite zu stellen sind. Aber wie es kommt, dass auch die dikotyledonischen Lianen den Stamm so wenig ausbilden, ist morphologisch nicht leicht zu erklären, sondern nur dadurch verständlich, dass die Annahme eines Dickenwachsthums des Holzkörpers zu sehr verallgemeinert worden ist, der auch bei den unterirdischen Organen der Stauden schwach bleibt. Das ununterbrochen fortschreitende Dickenwachsthum tritt überhaupt wohl nur da auf, wo eine starke Stütze der oberen Organe nöthig wird. Dikotyledonische Lianen mit dünnen Holzstämmen finden sich in vielen Familien, unter denen in Indien die Leguminosen, Euphorbiaceen, Ampelideen (*Cissus*), Urticeen (*Ficus*) die artenreichsten sind, andere, wie die Sapindaceen, Melastomaceen, Olacineen (*Platycrone*), Piperaceen (*Piper*) charakteristische Gat-

tungen enthalten. Noch grösser ist die Reihe der Familien, die, ohne in gleichem Grade zu verholzen, doch in ähnlicher Weise, jedoch oft weniger hoch sich emporschlingen. Einige bestehen fast nur aus solchen Formen, wie die Convolvulaceen, Cucurbitaceen, Asclepiadeen und Dioscoreen; auch bei den Apocynen sind sie häufig. In anderen Gruppen finden wir einzelne Gattungen von diesem Wuchs, z. B. bei den Aroideen (*Scindapsus*), Laurineen (*Cassyta*), Gentianeen (*Crawfordia*), bei *Cardiopteris*³¹⁾, bei den Farnen (*Lygodium*, *Mertensia*).

Epiphyten werden alle diejenigen Pflanzen genannt, die nicht im Erdboden, sondern auf anderen Gewächsen, jedoch ohne sie zu umranken, befestigt sind. Auch ihnen dienen die Stämme und Kronen der Bäume zur Stütze, die, je mehr deren Axen von der senkrechten Richtung abweichen, und je häufiger durch Auswüchse, durch die Ueberreste abgestorbener Zweige und Blätter oder durch Unebenheit der Rinde geeignete Standpunkte sich darbieten, um so reicher mit dem Teppich fremdartiger Organisationen geschmückt sind, deren Mannigfaltigkeit die der Lianen noch weit übertrifft. Unter der grünen Decke von wuchernden Epiphyten ist die Rinde, die sie bekleiden, oft völlig verborgen²⁵⁾, die Zwischenräume zwischen den grösseren Formen werden durch kleine Farne und Moose dann völlig ausgefüllt. Man kann vielleicht behaupten, dass fast alle Schattengewächse des Jungle, um dem Waldesdunkel zu entfliehen, auf diesen organischen Stützen ebenso wohl, als auf dem unorganischen Erdboden sich entwickeln können. Nur gewisse Formen von Epiphyten sind wirkliche Parasiten, die den Saft aus der Mutterpflanze aufsaugen. Die meisten sind zu ihrer Ernährung ebenso, wie die selbständig im Boden wurzelnden Pflanzen, auf ein unorganisches Substrat, welches die Niederschläge des Waldes aufängt, oder auf diese selbst unmittelbar angewiesen, sie können daher ihren Befestigungsort nach Massgabe der äusseren Umgebungen wechseln. Das Mittel, auch dann, wenn sie, vom Boden entfernt, epiphytisch wachsen, die Feuchtigkeit aus demselben an sich zu ziehen, gewähren in vielen Fällen ihre Luftwurzeln. Andere Epiphyten finden genügende Zufuhr in den unbedeutenden Mengen von unorganischen Stoffen, welche der Wind auf den Absätzen der Stämme sammelt, und welche die verwesende Rinde, das Moos, sowie abfallende

Blätter mit Humus befruchten, während sie der Regen feucht erhält. Wie eine Fichte auf felsigem Grunde mit wenig lockerem Erdreich sich begnügen kann, so sieht man im Jungle gewaltige Farnwedel, grossblättrige Stauden, Sträucher mit dichter Belaubung auf den stützenden Bäumen thronen, die zu ihrer Befestigung und Ernährung nur wenig leisten können. Dass aber dies Wenige doch genügend sei, dass Beleuchtung und Luft ihnen mehr zu Statten komme, als der Boden, in dem sie wurzeln, erkennt man daran, dass die säulenförmigen Stämme der Rasamalabäume mit ihrer glatten Rinde und dichten Krone von Epiphyten frei bleiben und wegen der Grösse ihres Umfangs selbst die Lianen meist zurückweisen.

Von einer bestimmten Vegetationsform der Epiphyten kann insofern nicht die Rede sein, als der Ort, wo die Schattengewächse befestigt sind, dem gesetzlosen Zufall überlassen ist. Die Keimung der verschiedensten Pflanzen findet eben da statt, wo die Feuchtigkeit sich sammelt, und wo die Wurzeln haften können. Unter den Epiphyten, die am bedeutendsten in der Physiognomie des Waldes hervortreten, sieht man im indischen Archipel Sträucher der Oleanderform, Ericéen (*Rhododendron*), Melastomaceen, Solaneen (*Solanum*), Urticeen (*Ficus*) mit zarteren Stauden gemischt (z. B. der Cyrtandracee *Aeschynanthus*), neben den grossblättrigen Rosetten der Aroideen (*Pothos*), der Scitamineen, und alle diese Formen treten an Häufigkeit der Individuen wiederum zurück gegen die Massen von Farnkräutern und lassen einer unerschöpflichen Blütenverzierung durch atmosphärische Orchideen freien Spielraum. Aber die Knollen dieser Orchideen haften ebenso wohl auf dem Fels, wie auf den Bäumen, und dieselben Rhododendren (*Rh. javanicum*), die in dem Waldesdunkel auf Bäumen wachsen, wurzeln ebenso häufig im Boden als Unterholz²⁸). Zwischen den weitesten Niveaugrenzen in Java gedeihend (2000—10000 Fuss¹²) verlassen die Rhododendren im höheren Gebirge, wo der Jungle niedriger wird und sich lichtet, den Stützpunkt der Baumstämme und rufen mit anderen Ericéensträuchern die Gebüsche der Alpenrosen in die Erinnerung (*Rh. retusum*, *Agapetes*).

Nur zwei Vegetationsformen müssen von den übrigen Epiphyten, die für die Physiognomie der Tropenwälder von Bedeutung sind, wegen ihrer besonderen Lebensbedingungen ausgeschieden werden,

die Loranthaceen und die atmosphärischen Orchideen. Die Loranthusform gehört zu den eigentlichen Parasiten, die ihre Säfte aus den Bäumen beziehen, auf denen sie befestigt sind. Sie können daher niemals von ihrer Mutterpflanze auf den unorganischen Boden übergehen. Nach seiner Belaubung den kleineren Sträuchern aus der Reihe der Oleander- und Myrtenform gleichend, aber in den meisten Fällen durch gabelförmige Verzweigung ausgezeichnet, durchbricht ihr holziger Stamm, ohne Wurzeln zu bilden, die Rinde der Bäume, auf deren Krone sie eingefügt sind, und setzt sich mit ihrer Splintschicht in Verbindung. So geht die aus dem Boden zu den Blättern des Baums aufsteigende Flüssigkeit, welche sich in diesen äusseren Holzschichten bewegt, in die Gefässbündel des Parasiten über, aber noch als roher Nahrungssaft, der erst in den grünen Organen durch die atmosphärischen Nährstoffe zu plastischen Stoffen umgewandelt wird. Dadurch unterscheidet sich daher die Loranthusform von anderen Parasiten, dass sie selbst des grünen Laubes oder in seltenen Fällen wenigstens grünender Zweige nicht entbehren kann, die den Bildungssaft zubereiten. Auch von den bleichen, blattlosen Parasiten, die, gewöhnlich auf den Wurzeln der Mutterpflanze befestigt, aus diesen den herabsteigenden, zum Wachstum unmittelbar verwendbaren Saft empfangen, kommen in den asiatischen Jungles einige merkwürdige Beispiele vor, Balanophoreen und Rafflesien, aber, verglichen mit der Häufigkeit der Loranthaceen in den tropischen Wäldern, sind sie nur seltene Erscheinungen. Von diesen letzteren haben die Rafflesien der Sunda-Inseln, die auf den Wurzeln und Zweigen der Cissus-Lianen wachsen, durch die Grösse ihrer Blüthen die Aufmerksamkeit erregt: bei einer in Sumatra einheimischen Art (*R. Arnoldi*) beträgt ihr Durchmesser zwei bis drei Fuss, und sie wird in dieser Beziehung nur von der auf den südamerikanischen Flüssen schwimmenden *Victoria* übertroffen.

Die Orchideen sind in dem Bau ihrer Blumen so mannigfaltig, so wechselnd in ihrer Grösse und Färbung, dass sie mit den Insekten zu wetteifern scheinen, denen sie auf dem Fluge die Blütenlippe als Landungsplatz darbieten. Denn von hier aus steigen diese Thierchen, den inneren Organen in der eigenen Körperform angepasst, in die Tiefe der Blumen hinab, um ihre Nahrung aufzusuchen, wobei sie zugleich zur Befruchtung einer Blüthe durch die andere mitzu-

wirken genöthigt sind. Im tropischen Asien, namentlich in den feuchten Wäldern der Aequatorialzone ist die Familie der Orchideen unter allen die artenreichste, aus dem Inselgebiete kennt Miquel ¹⁴⁾ bereits über 100 Gattungen, mehr als 600 Arten. Das ist ungefähr der fünfzehnte Theil aller daselbst einheimischen Phanerogamen, und grösstentheils sind es atmosphärische Orchideen, die epiphytisch oder auf einem Substrat befestigt sind, in welches ihre Wurzeln gar nicht oder nur unbedeutend eindringen. Als atmosphärische Gewächse sind sie mit Recht zu bezeichnen, weil sie weder aus dem Boden noch aus dem stützenden Baumstamm ihre Feuchtigkeit beziehen und ihren Saft erneuern, sondern auf die Niederschläge unmittelbar angewiesen sind, gleichsam Wasserpflanzen auf Regentropfen. Denn statt der Organe, die sonst bestimmt sind, die Feuchtigkeit des Bodens aufzusaugen, entwickeln sie nur Luftwurzeln, die an die Oberfläche des Substrats sich anschmiegen und häufig aus einem Knollen entspringen, der aber ebenfalls frei daliegt. Da die Kultur dieser tropischen Orchideen vor Allem Feuchtigkeit der Luft fordert, so lag es nahe, anzunehmen, dass sie den Wasserdampf der Atmosphäre sich anzu-eignen vermöchten, allein diese Vorstellung ist nicht begründet und in der That mit der geordneten Saftbewegung phanerogamischer Gewächse unvereinbar. Sie saugen vielmehr mit den Spitzen ihrer Luftwurzeln das Wasser der Niederschläge auf; der Ort des Einströmens ist derselbe, wie bei anderen Pflanzen. Die Feuchtigkeit der Atmosphäre dient nur, den Saftumtrieb zu verlangsamen und dadurch die Gefährdung zu beseitigen, welcher beim Wechsel der Nässe und Trockenheit die freiliegenden Wurzeln unterworfen sind, denen der ununterbrochene Zufluss aus dem Humus des Erdbodens nicht zu Gebote steht. Denselben Zweck haben auch die weiss glänzenden sogenannten Pergamentschichten, welche die Oberhaut der Wurzeln vollständig bis zur unbedeckten Spitze hin einhüllen, und die, hier allein bekannt, aus Zellen mit elastischen Spiralfasern bestehen. Wenn der Zufluss stockt, wenn die Säfte durch die stetige Bewegung zu den Blättern sich mindern und die Wurzeln daher anfangen, sich mit Luft zu füllen, kann das Gewebe sich nicht leicht zusammenziehen, weil die Spiralfasern die Zellen der Pergamentschicht auch im saftleeren Zustande ausgespannt erhalten. Eine noch nicht genügend aufgeklärte Schwierigkeit in der Ernährungsweise der

atmosphärischen Orchideen besteht darin, dass man nicht wohl ein-
sieht, aus welcher Quelle sie ihre mineralischen Bestandtheile be-
ziehen, wenn sie nur aus Regentropfen ihre Feuchtigkeit empfangen,
die mit dem Erdreich noch nicht in Verbindung getreten waren. Man
muss annehmen, dass der Staub und Schmutz, den die Stürme des
Jungle aufwirbeln, und den die Niederschläge, an Bäumen und Felsen
herabrieselnd, ansammeln und herbeiführen, zur Ernährung dieser
Gewächse hinreicht. Man staunt, wie vollkommen so verwickelte
Bedingungen des Lebens in den feuchten Tropenwäldern erfüllt sind,
und wie genau die Organisation den Gefahren, die doch übrig blei-
ben, angepasst ist. Die geographische Verbreitung der atmosphä-
rischen Orchideen, ihre Anhäufung, die mit der Intensität der Nieder-
schläge gleichen Schritt hält und daher an den Khasiabergen und in
der Wolkenregion Javas zur höchsten Ergiebigkeit gesteigert ist,
ihre Abnahme in Hindostan, bis sie in den dürreteren Klimaten ganz
aufhören, alles dies ist die nothwendige Folge ihres Baus. Aber
doch können sie vermöge ihrer Knollen lange Pausen des Wachs-
thums ertragen, sie bedürfen, um den Kreis ihrer Entwicklung zu
durchlaufen, nur einer kurzen Zeit und erneuern ihre Thätigkeit,
Laubrosetten von geringem Umfang, aber Blütenähren von lieb-
licher Gestaltung aus ihren Nahrungsspeichern hervorzutreiben,
nachdem sie Monate lang in unscheinbarer Form die Saftbewegung
unterbrochen hatten. Auch gegen den Wechsel und den Grad der
Temperatur sind die indischen Orchideen weit weniger empfindlich,
als man bei ihrer Kultur voranzusetzen pflegt: die schöneren Arten
der Khasia-Berge bewohnen Bergklimate über dem Niveau von
4000 Fuss, wo die Niederschläge lange unterbrochen, aber in der
nassen Jahreszeit am intensivsten sind und die Wärme, während sie
blühen, zwischen 12° und 21° R. wechselt. In Sikkim fand sie
Hooker sogar bis 10000 Fuss an den feuchten Abhängen des Hima-
laja ansteigend³²). Gering aber scheint, wie bei allen Orchideen,
ihre Fähigkeit, durch den Samen über weite Räume sich auszubreiten.
Der Wohnort der meisten Arten ist beschränkt und die Fortpflanzung
vorzugsweise auf die Brutknospen ihrer Knollen übertragen, weshalb
auch die tropischen Floren an endemischen Orchideen so besonders
reich zu sein pflegen. Das Monsungebiet zählt einige der schönsten
Gattungen (z. B. *Vanda*, *Phajus*, *Grammatophyllum*), und unter den

vorherrschend endemischen einige der artenreichsten (z. B. *Dendrobium*). Manche Dendrobien scheinen nur auf einzelnen Inseln des Archipels vorzukommen. Wenige Beispiele von grossen und unterbrochenen Verbreitungsbezirken sind bekannt, bei einigen ist eine absichtliche Einführung oder zufällige Einschleppung zu vermuthen (z. B. bei *Phajus grandifolius* in Westindien).

Die vom Boden aus verzweigten Holzgewächse sind in der tropischen Zone noch häufiger durch Mittelformen mit den Bäumen verknüpft, als in gemässigten Breiten. Baumstämme von geringer Grösse mischen sich mit dem Gebüsch, welches das dicht verwachsene Unterholz des Jungle bildet und daselbst vorzugsweise aus Sträuchern der Oleander- und Myrtenform besteht (z. B. Rubiaceen, Urticeen, Ericen, Melastomaceen). Selbständiger tritt in dürren Klimaten Hindostans ein daselbst als Gebüschjungle bezeichnetes Gestrüpp auf, in welchem bald kleine Bambusen, bald Dornsträucher nebst einigen an die Maquis erinnernden Formen³³⁾ vorwalten und die zerstreut eingemischten Bäume niedrig bleiben, auch meist in der trockenen Jahreszeit das Laub verlieren. Je trockener das Klima im Nordwesten der indischen Ebene und an den Ghauts wird, desto häufiger erscheinen die Dornsträucher (z. B. Mimoseen, *Balanites*, *Zizyphus*), so dass der Uebergang in die Steppen- und Wüstenflora ein fast unmerklicher zu sein scheint. Die Oschurgebüsche (*Calotropis*) und die Succulenten (*Euphorbia*) verknüpfen das nordindische Flachland auch mit dem afrikanischen Sudan. Cactusähnliche Euphorbien sind auch in Dekkan und auf gewissen Inseln des Archipels ein Ausdruck dürrender Standorte.

Unter den nicht verholzten Laubpflanzen der feuchten Wälder ragen die Formen der Scitamineen, der Aroideen und der Farnkräuter durch besondere Laubgestaltung und geselliges Wachstum hervor. Die Scitamineen gleichen in ihren Blättern dem ihnen verwandten Pisang. Da die einfachen, gruppenförmig verbundenen Stengel bei manchen Arten zehn bis funfzehn Fuss hoch werden und auch der Stamm des Pisang weich bleibt, so unterscheiden sie sich von diesem vorzüglich durch die zweizeilige Anordnung der Blätter: nur wenn die Axe verkürzt ist, vereinigen sich diese zu einer Laubrosette auf dem Erdboden. Entweder am Grunde des Stengels oder aus dessen Gipfel treten schön gefärbte, in Roth oder Orange prangende

Blüthenähren hervor. Die indischen Gattungen von Scitamineen gehören grösstentheils zu der mit feurigen Gewürzstoffen ausgestatteten Gruppe dieser Familie, den Zingiberaceen, unter denen der Ingwer (*Zingiber*) am bekanntesten ist. Dass dieselben in anderen Tropenländern weit seltener vorkommen, ist eine Erscheinung des Endemismus, die aus klimatischen Ursachen nicht erklärt werden kann. Denn die nicht aromatische Gruppe, die Cannaceen, die im tropischen Amerika überwiegen, bewohnen ähnliche Standorte im Schatten des feuchten Jungle. Wo die Luft feucht und die Temperatur hoch und gleichmässig ist, scheint die Anzahl der Arten zuzunehmen.

Die Laubrosette der Aroideenform besteht aus langgestielten, am Grunde oft pfeil- oder herzförmig ausgeschnittenen Blättern, die zuweilen eine colossale Grösse erreichen (Caladieen). Ein belebtes physiognomisches Bild bietet ihr gedrängtes Wachsthum am waldigen Ufer der Flüsse, wo sie gesellig aus dem Schlamm Boden sich erheben. Dieser Eindruck üppigen Gedeihens wird erhöht durch die Grösse der bleichen oder farbigen Blumenscheide, wie man das unten eingerollte Blatt nennt, welches an der Spitze des nackten Stengels die Blüthenaxe (den Kolben) einhüllt. Reichlichen Wasserzuflusses bedürfen auch die angebauten Arten, von denen der Taro (*Colocasia esculenta*) eine der wichtigsten Nahrungspflanzen auf den Südseeinseln ist. Aber auch im Dickicht des Jungle und unter den Epiphyten der Bäume ist die Aroideenform eine bedeutende Erscheinung. Nach der Laubgestalt gehört auch die Gattung *Tacca* in diesen Formenkreis, ohne indessen systematisch mit den Aroideen verwandt zu sein.

Bei den Farnkräutern, die unter den geselligen Schattenpflanzen der feuchten Wälder durch die Mannigfaltigkeit ihrer Bildungen und ihre den Boden dicht bekleidende oder epiphytische Vegetation die erste Stelle einnehmen, ist ebenfalls der Wuchs in Blattrosetten vorwiegend. Uebrigens wechseln diese Blattorgane oder sogenannten Wedel in der Grösse von Metern bis zu Zollen, in der Gestalt von einfachen bis zu den auf das zarteste getheilten Formen. Zu den grössten Formen gehört eine Art mit ungetheilten Wedeln, die epiphytisch zu gewaltigen Rosetten kranzähnlich sich ausbreitet (*Asplenium nidus*). Mit dem Dampfgehalt der Atmosphäre wächst die

Häufigkeit der Farne und die Anzahl der Arten, in den dürren Klimaten des hindostanischen Tafellandes treten sie ganz aus der Physiognomie der Landschaft zurück und beginnen in Bengalen erst nordwärts vom Ganges, wo sie den Einfluss des Himalaja auf die Feuchtigkeit der Atmosphäre andeuten.

Die dikotyledonischen Stauden gehen unter den Tropen durch die häufige Verholzung der unteren Stengeltheile leicht in Strauchformen über. Aus dieser Reihe sind die Acanthaceen die artenreichste Familie der indischen Flora. Einige Gattungen aus anderen Gruppen sind durch morphologische Eigenthümlichkeiten merkwürdig. Ein durchscheinend zartes Gewebe ist dem Stengel der schiefblättrigen Begonien und den Balsamineen (*Impatiens*) eigen, von denen die ersteren feuchte Wälder bewohnen, die letzteren in Vorderindien eine grosse Reihe von Arten enthalten. Die sonderbarste Bildung ist die der am Boden des Waldes oder am Gestein kriechenden Nepentheen, bei denen die Blätter sich zu grossen, mit einem Deckel verschliessbaren Wasserschläuchen umbilden, deren Bedeutung noch unerklärt geblieben ist. In der unteren Waldregion aequatorialer Gebirge sind sie am häufigsten, am Kina-Balu auf Borneo entdeckte Low eine Art [*Nepenthes Rajah*³⁴], deren farbige Blattschläuche, flaschenartig gestaltet und aufrecht auf dem Boden ruhend, ein bis zwei Fuss lang sind: einer derselben enthielt vier englische Pinten Wasser (etwa 140 Cubikzoll). Dieses Wasser ist trinkbar und beinahe frei von fremden Bestandtheilen. Da die Schläuche von dem Gewebe aus gefüllt werden, so muss ein so grosser Wasserverlust die Saftcirculation in weit höherem Grade beschleunigen; als blosser Verdunstung von Blattflächen. Dieser Vorstellung entspricht das häufige Vorkommen von Spiralzellen im Gewebe der Pflanze, die hier vielleicht, wie bei den Orchideen, zufälliger oder periodischer Saftentleerung Widerstand zu leisten haben. Die geographische Verbreitung der Nepentheen von Madagaskar bis Neu-Kaledonien wirft kaum ein weiteres Licht auf ihre Organisation, als dass sie insulare Klimate bewohnen, wo der Dampfreichthum der Atmosphäre die Verdunstung erschwert, die hier durch Ausscheidung tropfbar flüssigen Wassers ersetzt wird. Indessen möchte ich doch über die Bedeutung der Nepenthesschläuche eine weitergehende Vermuthung aussprechen, wodurch wünschenswerthe Untersuchungen in anderer

Richtung angeregt werden könnten. Von dem durch die Pflanzen circulirenden Wasser wird nur ein so kleiner Theil zur Ernährung verbraucht, dass von dieser mächtigen Strömung doch noch ganz andere Wirkungen vorauszusetzen sind. Wir wissen darüber nichts, als dass sie die Bewegung der aufgelösten Nährstoffe fördert, aber bedarf es dazu so grosser Wassermassen, wie täglich durch den Organismus hindurchströmen? Nimmt man an, dass das Wasser, welches so eben diese Bahn durchlaufen hat, nicht geeignet sei, denselben Kreislauf sofort zu wiederholen, sondern erst, nachdem die grosse Circulation durch die Atmosphäre und die Wolken stattgefunden, in der Form des Niederschlags den Zwecken des Organismus dienen könne, so würde es begreiflich sein, dass eine Pflanze, die, statt die Feuchtigkeit zu verdunsten, dieselbe in Tropfen ausscheidet, diese nicht unmittelbar auf den Boden wieder niederfallen lässt, wo sie sogleich von den Wurzeln wieder aufgesogen werden müssten. Es erscheint wie eine Sisyphusarbeit, beständig den Saft auszuschöpfen, um ihn unverändert wieder aufzunehmen. Die Nährstoffe, welche der Boden liefert, könnte das von den Blättern abtropfende Wasser zwar auflösen, nicht aber die Stickstoffverbindungen, die der Regen aus der Atmosphäre auswäscht, und die, da ihre Menge gering und ihr Verbrauch in der Pflanze gross ist, in der That sehr beträchtlicher Massen ihres Lösungsmittels bedürfen, um den Bildungszellen stets zu Gebote zu stehen. Es ist bekannt, dass selbst tropische Pflanzen auf langen Seereisen, in luftdicht verschlossenen, mit Glas gedeckten Kästen, unter Umständen, wo die Circulation nur auf der in den Säften schon vorhandenen Wassermenge beruht, frisch und entwicklungsfähig bleiben. Aber diese Erhaltung ihres Lebens ist nicht mit Erscheinungen des Wachstums verknüpft und kann daher zum Beweise dienen, dass bei der Entfaltung der Knospen und der Verlängerung der Triebe noch andere Kräfte thätig sind, welche nur in dem hier ausgeschlossenen Einflusse des atmosphärischen Wassers liegen können. Es ist ferner die Thatsache nicht zu übersehen, dass Wurzeln, die dem Einfluss des Sauerstoffs entzogen sind, alsbald absterben: die Regentropfen aber haben einen weiteren Spielraum, denselben aufzulösen und dem Erdboden zuzuführen. Die Untersuchungen über die Formen des Sauerstoffs in der Atmosphäre enthalten ebenfalls Andeutungen, dass das Wasser, welches aus den

Wolken niederfällt, ein anderes sei, als dasjenige, welches als Dampf oder in gewissen Fällen im tropfbar flüssigen Zustande von den Blättern ausgeschieden wird. Meissner's Forschungen (Th. 1. S. 340) über die Bildung der Nebelbläschen und das Wasserstoffsuroxyd in den Niederschlägen werden, von den Pflanzenphysiologen verwerthet, auf die Bedeutung des Regens für das Wachsthum vielleicht ein neues Licht werfen. Sollten bei der wechselnden Respiration der Pflanzen geänderte elektrische Spannungen mitwirken, oder wird auch nur der zur Ernährung erforderliche Gasgehalt der Regentropfen in Betracht gezogen, den der Kreislauf durch die Atmosphäre dem verdunsteten Wasser hinzufügt, so ist es erklärlich, dass bei der Saftentleerung der Blätter liquide Flüssigkeiten in Schläuchen gesammelt werden und nur die dampfförmigen sogleich in die Luft übergehen. Die Schläuche wirken hier, wie Schleusen, aus denen nur in den trockensten Zeitabschnitten das Wasser durch Verdunstung entweicht, welches sonst aus den Blättern stetig in die Atmosphäre übergeht. Niemals sieht man die in den Schläuchen ausgeschiedene Flüssigkeit überfließen: der Deckel lässt ihre Verdunstung zu, aber derselbe verhindert, dass der Regen von aussen eindringe und dadurch ihre Masse vermehre. Die Wasserausscheidungen, die an den Blättern des Pisang und der Aroideen zuweilen bemerkt werden, sind der Masse nach zu geringfügig, um in Betracht zu kommen, aber auch in einigen anderen Fällen, wo die verdunstende Thätigkeit der Blätter durch liquide Ausscheidungen ersetzt wird, sehen wir die Organisation der Blätter von *Nepenthes* wiederholt (in Nordamerika bei *Saracenia*, einem Sumpfgewächs, in Australien bei *Cephalotus*).

Unter den Wasserpflanzen, die an der Ueppigkeit der tropischen Vegetation Theil haben, sind die Lotusblumen oder Nymphaeen hervorzuheben, nicht als ob sie für die Physiognomie der indischen Landschaft bedeutender erschienen, als in den übrigen Ländern der heissen Zone, sondern wegen ihres Einflusses auf die religiösen Ideen einer contemplativen Richtungen ergebenden Bevölkerung. Hier war es, wo seit den ältesten Ueberlieferungen die ausgebreitet schwimmende, in reiner Färbung prangende Lotusblume durch die Symmetrie ihres Baus und die Fülle der Organe als ein Symbol der nach allen Richtungen gleichmässig schaffenden, erneuernden, künstlerisch

bildenden und über dem Unorganischen ruhenden Organisationskraft die Vorstellungen des Menschen über seine Bestimmung so tief sinnig ergriffen hat.

Einer solchen Mannigfaltigkeit von Vegetationsformen, die in den feuchten Klimaten Indiens vereinigt sind, stehen die dürren Landschaften um so dürftiger gegenüber. Da dieselben den grössten Theil Vorderindiens einnehmen, so ist der Gegensatz dieser Halbinsel gegen den immergrün bewaldeten Archipel auch geographisch höchst bedeutend und würde zu einer Trennung beider Florengebiete auffordern, wenn sie nicht durch Hinterindien, sowie durch die feuchten Landschaften des Himalaja, der Küste von Malabar und in Ceylon so innig verknüpft wären. In den meisten Gegenden Hindostans hat der Reisende, dem die üblichen Vorstellungen von den Reizen tropischer Natur geläufig sind, nur den Eindruck getäuschter Erwartungen, der höchstens in der kurzen Regenzeit oder unter den Kulturbäumen der Ortschaften gemindert wird. Selbst die Savanengräser, die im tropischen Afrika näher zu betrachten sind, wo sie die Physiognomie des Erdtheils bestimmen, und die in Südamerika mit einem reichen Schmuck von blühenden Stauden gemischt wachsen, haben auf dem Festlande Asiens eine geringe Bedeutung und erscheinen auf dem Archipel in höchster Einförmigkeit²³⁾. Hier bestehen die Savanen gewöhnlich nur aus dem Alanggrase (*Imperata cylindrica*), welches drei bis fünf Fuss hoch Halm an Halm wie auf einem Getraidefelde entwickelt und, wiewohl es jeden anderen Pflanzenwuchs zu verdrängen vernag, doch vielleicht nicht einmal einheimisch ist, indem dessen Wohngebiet ganz Afrika und die Küsten des Mittelmeers umfasst. Auf sumpfigem Boden weicht es in Java zwar dem acht bis zwölf Fuss und zuweilen noch weit höher wachsenden Glaga-Schilf (*Saccharum spontaneum*), aber auch diese Graminee wird kaum von anderen tropischen Pflanzenformen begleitet²⁴⁾. Den Bedingungen nachzuforschen, wodurch ausserhalb des Bereichs der Junglewälder die Vegetation des tropischen Asiens den übrigen Erdtheilen an bedeutenden Bildungen nachsteht, ist die Aufgabe des nächsten Abschnitts.

Vegetationsformationen. Die Mischung der Vegetationsformen, wodurch der indische Junglewald zu einem undurchdringlich den Raum erfüllenden und sich gegenseitig stützenden Dickicht wird,

gelangt nur da zu ihrer vollständigen Entfaltung, wo Feuchtigkeit und Wärme einen hohen Grad erreichen und in einer gewissen Gleichmässigkeit über alle Jahreszeiten vertheilt sind. Es wurden daher der bisherigen Darstellung dieser Formation vorzugsweise die Inseln des Archipels zu Grunde gelegt, wo diese Bedingungen am reinsten in die Erscheinung treten. Aber auch auf den beiden kontinentalen Gliederungen des Monsungebiets, auf der vorder- und hinterindischen oder der hindostanischen und malayischen Halbinsel, wo die eigentlichen Regenzeiten von kürzerer Dauer sind, begegnen uns in gewissen Landschaften dieselben klimatischen Verhältnisse, wenn die Niederschläge auch während des trockenen Monsuns nicht ganz ausbleiben und der Saftumtrieb niemals völlig unterbrochen wird. Die Nähe des Meers mit dem täglichen Wechsel der Küstenwinde, das Relief des Bodens, welches die Luftströmungen in vertikalem Sinne ablenkt, können dazu beitragen, aber auch den Wäldern selbst stehen durch ihren Einfluss auf die Temperatur und Verdunstung die Mittel zu Gebote, eine übermässige Dürre fern zu halten und sich in ihrem Bestande zu-sichern. So ist es möglich, dass unmittelbar an verödete Landschaften der üppigste Tropenwald sich anschliesst. Am Fusse des Himalaja, wo die indische Ebene an den Jungle des Terai grenzt, ist der Uebergang plötzlich und unvermittelt, zu vergleichen, sagt Hooker³²⁾, mit dem Meer und seinen Küsten, keine Vegetationsgrenze bis zum ewigen Schnee sei schroffer abgeschieden, als diese, mit welcher die Flora der Gebirgswälder beginnt. Der Terai besteht aus flachen Terrassen (250—1000 Fuss), wo die Bergströme, in das Flachland eintretend, ihr Gefälle mässigen, eine Diluvialmarsch³⁵⁾, auf deren leichtem Geröllboden die Sal- und Sissoobäume (*Shorea* und *Dalbergia Sissoo*) über Bambusen und Zwergpalmen sich erheben, wo der Jungle wie eine dunkle Waldlinie am Rande der nackten Ebene Bengalens aus weiter Ferne sichtbar ist. Diese bewaldeten Kiesterrassen umsäumt eine sumpfige Niederung, die jene von der offenen Landschaft des Tieflandes absondert und die mit hohen Savanen und Schilfgräsern dicht bewachsen ist, ein Dickicht, welches der Tiger bewohnt, hoch genug aufgeschossen, um einen Elephanten zu verbergen. Den hohen Graswuchs begünstigt der nach der Jahreszeit wechselnde Wasserstand der Flüsse, aber auch das feuchte Klima, welches hier mit der Neigung des

Bodens anhebt. Denn mit der Feuchtigkeit steigert sich am Himalaja die Ueppigkeit des Wachstums und die Mannigfaltigkeit der tropischen Pflanzenformen. Westwärts von Nepal, wo die Regenzeiten sich verkürzen und die Winterkälte zunimmt, wird der Jungle allmählig einförmiger. Jenseits des Ganges-Thals hören die Palmianen auf³⁶⁾. In Simla vermisste Thomson³⁷⁾ die Melostomen und die atmosphärischen Orchideen, die im östlichen Himalaja so häufig sind. Am Satlej ist sodann die Westgrenze der epiphytischen Aroiden, der Scitamineen, der Balanophoren und Begonien. Andere malayische Formen sind auf den östlichen Himalaja beschränkt und reichen nur bis zur Grenze von Sikkim und Nepal³⁸⁾, die Gummibäume Assams (*Ficus elastica*), die Cycadeen und Gnetum (*Cycas pectinata*, *Gnetum scandens*). Hooker's geistreiche Schilderungen des Tropenwaldes von Sikkim beweisen, dass dieser im Meridian von Calcutta gelegene Theil des Himalaja ungeachtet der höheren Breite ausserhalb des Wendekreises (27° N, B.) an Ueppigkeit und Formenfülle der Vegetation dem Aequator nicht nachsteht und ihn in sofern übertrifft, als durch die tief in das Innere der höchsten Schneegebirge einschneidenden Flussthäler die Erzeugnisse der verschiedensten Klimate hier dicht zusammenrücken und in eine gewisse Verbindung treten können. Es ist der Einfluss des offen gegenüber liegenden bengalischen Meerbusens, es ist die Intensität und Geschwindigkeit der atmosphärischen Wassercirculation, wodurch diese zwischen Nepal und Bootan eingeschlossene Berglandschaft so sehr bevorzugt wird. Nach einem grossen Massstabe tritt hier das Wirken der Natur in die Erscheinung, und so weiss jener Naturforscher auch in seiner Sprache³⁸⁾ zu der Grösse der Anschauungen sich zu erheben, die ihn damals erfüllen mussten. »Die Wasserdämpfe, die, ohne einen Tropfen über der heissen Ebene zu verlieren, aus einer Ferne von mehr als 80 g. Meilen vom indischen Meere herbeigeführt werden, entladen sich hier, um die tüppige Kraft der Vegetation dieser entlegenen Regionen zu stützen«, kehren dann, in reissende Waldströme verwandelt, zum Delta des Ganges zurück, »um, auf's Neue verdunstet, durch die Lüfte getragen, zu Wolken gesammelt, in Güssen niedergestürzt, den ewigen Wechsel zu wiederholen.« Von Nepal aus vergrössert sich der Abstand des Meers, als der Quelle aller Feuchtigkeit der Luft, vorliegende Tafelländer schwächen sie und

die wachsende Breite der Ebene des Punjab verringert die Dauer und Ergiebigkeit der Regenperiode. Auch ostwärts von Sikkim bemerkt man eine Abnahme der Wolkenbildungen in den unteren Regionen des Himalaja von Bootan, weil auf dem weit niedrigeren Khasiagebirge der Wasserdampf des südlichen Monsuns zum Theil bereits verloren geht und nur die über dasselbe hinwehende Luftströmung ihn ungeschwächt herbeiführt³⁷⁾.

Der südliche Monsun indessen, der senkrecht gegen den östlichen Himalaja weht, erklärt die eigenthümliche Stellung Sikkims nur zum Theil. Jene so anschauliche Auffassung Hooker's vom Klima dieser Landschaft wurde im April niedergeschrieben und hat zu dieser Zeit, wo in der bengalischen Ebene die Wärme und die Dürre des Bodens den höchsten Grad erreichen, ihre volle Berechtigung. Aber im Sommer, wo auch in Sikkim weit stärkere Niederschläge fallen, als im Frühling³⁹⁾, trifft die Regenzeit mit der Bengalens zusammen und der Monsun hat alsdann, ehe er das Gebirge erreicht, schon einen beträchtlichen Theil seines Wasserdampfs abgegeben. Im Winter, wo der Niederschlag zwar gering an Masse ist, regnet es doch häufig, die Wolken- und Nebelbildungen hören in Sikkim niemals auf und die Atmosphäre ist von Wasserdampf beständig fast gesättigt. Wie wäre nun die Feuchtigkeit während des Winters aus dem Monsun abzuleiten, der dann in entgegengesetzter Richtung weht? Nicht die herrschenden Winde in den unteren Schichten der Atmosphäre, sondern die Höhe des Himalaja und seine über die indischen Abhänge weithin ausgebreiteten Schneemassen treten hier in Wirksamkeit, indem sie den Wasserdampf verdichten, der aus den bewaldeten Thälern aufsteigt, und den zugleich die obere Gegenströmung auch dann vom Meere herbeiführt. Dann treten Schneefälle in den oberen Gebirgstheilen ein und der Firn wird auf's Neue gespeist. Der Austausch kalter und warmer Luftschichten, die aus der Höhe herabsinken und aus der Tiefe emporsteigen, ist eine zu jeder Jahreszeit fortdauernde Ursache der Wolkenbildung, aber zum vollen Verständniss der Erscheinungen gelangen wir erst dadurch, dass wir im Meere die unerschöpfliche, aus der Ferne wirkende Quelle erkennen, die den Vorrath an Wasserdampf nie versiegen lässt.

Die stete Umwölkung Sikkims ist zugleich die Schranke für die

Temperaturschwankungen der Jahreskurve, welche in dieser Breite eintreten würden, wenn die strahlende Wärme nicht so unwirksam bleiben müsste. Die Uebereinstimmung der Vegetationsbedingungen mit denen der Wolkenregion aequatorialer Gebirge wird durch den Ausschluss der den Boden erhaltenden oder erkältenden Strahlen erhöht. Das üppigste Wachstum der Wälder fördernd, ist das Klima dem Ackerbau und der Zuckererzeugung in den Früchten nachtheilig, die Sommerwärme zu ihrer Zeitigung bedürfen. Die Landschaft ist daher schwach bevölkert und auch das thierische Leben schwach vertreten. »Nie trocknet der Erdboden, das Laub verwest, ohne je dürr zu werden. Die lebende Natur ist wie ausgestorben, der Wald ist stumm, die wenigen Vögel haben eine klagende Stimme. Diese prächtige Vegetation«, sagt Hooker, ihren Charakter in malerischer Darstellung zusammenfassend⁴⁰⁾, »mannigfaltig in ihren Formen, die Erzeugnisse gemässiger und tropischer Klimate vereinend, reich in ihren Farbentönen, erfüllt von den seltensten und zartesten Bildungen, sprosst nicht erwärmt von heiteren Frühlingslüften, sondern insgeheim unter trüben Nebeln, des blauen Himmels, der strahlenden Sonne beraubt, weder der Vögel Gesang hervorlockend, noch den Thieren Nahrung gewährend: unbekümmert um den niederstürzenden Regen, treibt sie ihre Knospen, ihre Blumen und Früchte.«

Indem wir dieser Untersuchung einer noch ausserhalb des nördlichen Wendekreises gelegenen Landschaft folgten, wird uns die Anordnung der Hauptformationen in einem grossen Theile Indiens erst begreiflich. Gehen wir von Java als der südlichsten Insel des Archipels aus, in deren Wolkenregionen dieselbe Gleichmässigkeit der Temperatur und dieselbe Feuchtigkeit herrschen, wie in Sikkim, so sehen wir, die Aequatorialzone überschreitend, längs der ganzen Westküste der malayischen Halbinsel bis zu den Khasiagebirgen und von diesen bis zum indischen Himalaja ähnliche Klimate unter einander verbunden. Hierauf beruht es, dass auch die Junglewälder über diese, gegen 36 Breitengrade umfassende Zone ununterbrochen sich erstrecken und die Südabhänge des Himalaja der Vegetation von Java näher stehen, als der hindostanischen Halbinsel. In dem grössten Theile des Archipels und in Malakka sind die beiden Monsune Seewinde, die Elevationsniederschläge veranlassen; dann folgen

Bergketten, die das schmale Litoral von Tenasserim bis Arracan übrig lassen, wodurch die Wolkenbildungen auch in der trockenen Jahreszeit unterhalten werden. Ueberall herrschen die intensiven Sommerregen des Südwestmonsuns, bis sie an den steilen Abhängen des Khasia das höchste Mass erreichen. Diese Gebirge³⁾ sowie das Thal des Brahmaputra in Assam sind das Verbindungsglied zwischen den Jungles des Himalaja und der malayischen Halbinsel.

Die Vegetation ist am Khasiagebirge gemischter und mannigfaltiger, als in Sikkim. Am Himalaja verlieren manche Bäume in der trockeneren Jahreszeit ihr Laub, im Jungle des Khasia herrscht das immergrüne Lorbeerblatt mit einer geglätteten, heller glänzenden Oberhaut (*Ficus*), und hierin erblickt der indische Botaniker eben den Typus der malayischen Flora⁴¹⁾. Hooker erklärt diese Landschaft für die pflanzenreichste Indiens, vermuthlich vom ganzen tropischen Asien, er sammelte in unmittelbarer Nähe von Churra Punji über 2000 Arten. Hier treffen die malayischen Pflanzen mit denen des Himalaja zusammen, und der grössere Reichthum ist nicht eine Folge des feuchteren Klimas, sondern der Vereinigung verschiedenster Standorte in einem engen, aber eigenthümlich gebauten Bezirke. Plateaus, aus Sand- und Kalksteinen gebildet, von deren Fläche der Regen den Humus abwäscht, der an den Hügelgeländen sich erhält, umgeben von jähem Felsbrüstungen und tief eingeschnittenen Thalstufen gegen die bengalische Ebene, bilden auf dem Khasia-Gebirge (4—6000 Fuss) einen Wechsel von bewaldeten und offenen, von steinigen und fruchtbaren, aber auch von klimatisch ungleichen Lagen. Die Niederschläge³⁾, die stärksten auf der ganzen Erde, sind auf die Periode des südlichen Monsuns »so ausschliesslich beschränkt, dass in den übrigen Jahreszeiten kaum ein vereinzelter Regenguss fällt, aber die Nebelbildungen in den Thälern dauern beständig fort und der Thau ist auch auf den Hochebenen beträchtlich, wo im Winter die Nächte häufig wolkenlos sind. Die Thäler sind daher mit ewig grünenden Wäldern erfüllt und auf den nackten Plateaus ist zwar die Luft heiter, aber der Boden doch Morgens befeuchtet. Der Jungle übertrifft Sikkim durch einen grösseren Reichthum von Orchideen (250 Arten), von Farnen (150) und von Palmen; auf der Hochfläche ist die Pandanusform verbreitet und die Zahl der Gramineen im Verhältniss zum Himalaja unge-

wöhnlich gesteigert. Die Masse des Regenfalls ist etwa fünfmal grösser, als in Sikkim und Assam, aber nicht diese bestimmt den Vegetationscharakter, sondern weil die Luft in den Thälern auch während des Winters feucht bleibt, sind viele Bestandtheile des Jungle übereinstimmend, und weil der unbewaldete Theil der Hochebenen von Thau benetzt wird, können hier dieselben Stauden gedeihen, die oberhalb der Waldregionen des Himalaja vom Schnee ihre Feuchtigkeit empfangen. In beiden Lagen mischen sich am Khasia tropische Holzgewächse aus der malayischen Flora ein, deren Einwanderung keine andere klimatische Schranke entgegensteht, als der grössere Temperaturwechsel der Wendekreiszone. In Sikkim ist die Böschung des Himalaja eine so einförmig grossartige, dass die Niederschläge sich gleichmässiger über einen weiten Raum ausdehnen und daher der gleiche Vorrath von atmosphärischem Wasserdampf einen weit geringeren Tropfenfall liefert. Die herrschenden Bestandtheile des Jungle beschränken die Einwanderung und lassen, indem sie sich des Bodens bemächtigen, keine so bedeutende Abwechslung in den Arten zu, aber nach Massgabe der viel grösseren Niveauunterschiede ist in weiteren Abständen die Vegetation fast ebenso reichhaltig. Den natürlichen Uebergang von dem Khasiagebirge zum östlichen Himalaja bildet das Thal des Brahmaputra in Assam, wo ebenfalls Nebelbildungen im Winter die Feuchtigkeit erhalten.

Die feuchten Gebirgsklimate sind durch die Tiefebene des Ganges und der Indus-Zuflüsse von den Küsten Hindostans völlig abgeschlossen. Diesen Niederungen fehlen die dichten Junglewälder, die in der Dürre der trockenen Jahreszeit nicht bestehen können. Der heitere Himmel steigert die Wärme des Frühlings, die vor dem Eintritt des Sommerregens den höchsten Grad erreicht, aber in der geographischen Breite ausserhalb des Wendekreises sinkt auch die Wintertemperatur schon beträchtlich, wenn die Strahlung des Bodens nicht durch Wolken gehemmt wird. In Afrika und Amerika tritt die Formation der Savanen erst im Klima der Tropen auf, und es scheint daher, dass grössere Schwankungen der Wärme der daselbst herrschenden Gramineenform nicht zusagen. Aber noch entschiedener bedürfen die Savanen reichlichen Wasserzuffusses, der ihnen auf dem Tafellande Hindostans nicht zu Gebote steht. In dieser Beziehung sind sie dem Junglewalde ähnlich, sie unterscheiden sich

in ihren physischen Bedingungen nur dadurch, dass sie die dürrer Jahreszeiten leichter ertragen, in denen die Atmosphäre ihren Wasserdampf nicht verdichtet. Da nun aber die Wälder selbst durch ihre stärkere Verdunstung zu solchen Verdichtungen und zur Erhaltung der Feuchtigkeit im Boden den Anlass geben, so ist die Frage, ob sie sich nicht selbst hinreichend zu schützen vermögen, wenn nur der Dampfgehalt der Atmosphäre zu den Niederschlägen genügt. Dieser selbst freilich ist von der Vegetation unabhängig, er hat seine Quellen in Bewegungen der unorganischen Natur, in der Verdunstung des Meers und in den Luftströmungen, die ihn herbeiführen. Ueber den Einfluss der Wälder auf die Feuchtigkeit finde ich bei Hooker⁴¹⁾ eine treffende Bemerkung, wodurch er den Wechsel der Jungles und Savanen in Indien in ein klares Licht stellt. Die erste Wirkung der dampfreichen Seewinde von Bengalen sei gewesen, die Abhänge des Himalaja von Sikkim mit Wäldern zu bekleiden, wodurch sie noch feuchter geworden sind. So schwer es nun sei, in solchen Fällen Ursache und Wirkung zu unterscheiden, wo die Feuchtigkeit den Charakter der Vegetation und die Vegetation die Feuchtigkeit bedingt, so unterliege es doch keinem Zweifel, dass ohne die Seewinde die gleichmässige Bewaldung nicht entstanden wäre, und dass ohne die Wälder die Feuchtigkeit nicht so gross sein würde. Eine Zerstörung des Jungles, sei es durch Kultur oder durch die Erschöpfung des Bodens an zusagenden mineralischen Nährstoffen, erklärt daher die Entstehung von Savanen, und diese können wieder durch den Baumwuchs verdrängt werden, wenn die Bewaldung anfängt den Wasserdampf in der trockenen Jahreszeit hinlänglich zu sammeln und zu verdichten. In der That ist in Indien die geographische Anordnung der Savanen häufig an dieselben physischen Bedingungen der Lage geknüpft, wie der Jungle selbst, aber sie sind in den Waldgebieten spärlich verbreitet und von geringem Umfange, weil die Energie des Baumwuchses in den feuchteren Klimaten zu gross ist. Junghuhn⁴²⁾ hat in Java und Sumatra nachgewiesen, dass die Zerstörung der Wälder jene Savanen erst in's Dasein rief, die man Alangfelder nennt, und wo das Alanggras [s. o.²⁸⁾] entweder das einzige den Boden in dichtem Wachstum bekleidende Gewächs ist oder nur durch einzelne, über die Fläche zerstreute Bäume (z. B. *Phyllanthus Emblica*), in anderen Fällen durch Waldinseln von gemischten

Holzgewächsen unterbrochen wird, deren Höhe selten über 30 Fuss beträgt. Aus historischen Thatsachen ergibt sich ferner, dass auch die Savanen und verlassenen Kulturfelder wieder durch den Jungelwald verdrängt werden können, so dass keine Spur ihres einstigen Bestehens übrig bleibt, wie denn die Tempel Siams gegenwärtig in dichten Wäldern verborgen liegen. Dagegen scheint die periodische Dürre der javanischen Savanen mit ihrer Lage, die etwa die feuchteren Winde abhielte, in keiner unmittelbaren oder nothwendigen Beziehung zu stehen, wenn sie auch im Osten der Insel, wo das Klima trockener ist, allerdings häufiger sind, als im Westen. Von Sumatra kann dieses Zusammenwirken klimatischer Einflüsse mit denen der Vegetation selbst sicherer behauptet werden, und ebenso am Fuss des Khasia-Gebirgs. In den Battaländern von Sumatra, im Norden dieser Insel, wo der Wintermonsun wegen der gegenüberliegenden Halbinsel Malakka weniger feucht sein wird, haben sich die Alangfelder auf Kosten des Jungle viel weiter ausgebreitet, als in Java, und nehmen etwa den vierten Theil der Oberfläche in den von Junghuhn⁴²⁾ bereisten Gegenden ein. Eine wahrscheinlich ursprüngliche Savane, wo die Gräser 10 Fuss hoch wachsen, bedeckt ferner die Jheels⁴¹⁾, die östlichste Landschaft Bengalens am Fusse des Khasia. In dem feuchten Sumatra ist die abnehmende, hier, am Aussenrande der nordindischen Tiefebene die nach dem Meere zu wachsende Feuchtigkeit der Luft als die Bedingung der Savanenbildung im Gegensatz zu den noch feuchteren Jungelwäldern aufzufassen. Mit dem inneren Bengalen verglichen, erscheint die Savane der Jheels als das Erzeugniss stärkerer und länger dauernder Niederschläge, aber unmittelbar am Meere, in dem noch feuchteren Gangesdelta, schliesst sich der Wald der Sunderbunds an diese Gramineenformation. Auch im Terai von Sikkim entstehen Savanen von kurzem Graswuchs⁴¹⁾, wenn der Jungle nebst den hohen Gramineen durch Feuer zerstört wird und dadurch eine Quelle der Wassererzeugung versiegt.

Die dichten Wälder und die reineren Savanen sind im nördlichen Hindostan auf den östlichsten Theil der Niederung und auf den Himalaja eingeschränkt. Westwärts nehmen die Niederschläge, die in Bengalen auch im Winter nicht ganz fehlen und die Vegetation grün erhalten, an Stärke und Dauer ab. Wenn die Regenperiode in der

Richtung zum Indus von fünf zu drei Monaten herabsinkt, bis sie zuletzt in den Wüsten von Rajwara und Sind ganz aufhört, können die Bäume nicht mehr rechtes Gedeihen finden und statt der Grassyane mehrt sich das magere Gestrüpp, das nur in der nassen Jahreszeit von Kräutern und Blüten belebter erscheint. Oft besteht fast die einzige höhere Bewaldung des inneren Landes aus den Fruchtbäumen, welche die Ortschaften umgeben. Niedrige Bäume (*Acacia*, *Zizyphus*) bilden zerstreute Gruppen ohne Unterholz und entbehren des Schmucks der Epiphyten und Farne³⁷). Nicht einmal die Ströme werden von zusammenhängenden Uferwäldern begleitet, der wechselnde Stand des Wassers müsste sie gefährden, das, wenn im Sommer der schmelzende Gebirgsschnee und die Regenzeit zusammentreffen, weithin die Landschaften überfluthet. Ueber die ursprüngliche Vegetation dieser Tiefebene ist nicht leicht zu urtheilen, weil der Anbau des Bodens mit der dichten Bevölkerung im Verhältniss steht. Auf den unbenutzten Flächen scheinen indessen die Gestrüchformationen die Physiognomie der Vegetation vorzugsweise zu bestimmen³³), die aber weder den pflanzenreichen Maquis der Mediterranflora noch den geselligen Dorngebüsch der Steppe gleicht, sondern aus wenigen, dürftigen und unter einander unähnlichen Bestandtheilen gemischt ist. Auf Räumen von 30 Fuss Durchmesser konnte Hooker in Bahar, freilich im Winter, kaum ein halbes Dutzend Arten unterscheiden. Dies sind die Junglegebüsch der hindostanischen Flora, unter denen bald dornige Sträucher, bald niedrige Bambusen als charakteristisch erwähnt werden. Eine Unterscheidung besonderer Formationen in den Tiefebene und auf dem Tafellande Hindostans lässt sich aus den Schilderungen der Reisenden nicht entnehmen. Bei der Seltenheit höherer Bäume, in vielen Landschaften, selbst in Bengalen, ist es kaum wahrscheinlich, dass die Junglegebüsch Ueberreste früherer Bewaldung seien. Vielleicht war gerade die leichtere Entfernung der Gesträuche die erste Veranlassung, dass Hindostan so frühzeitig der Kultur und dem Ackerbau gewonnen ward und viel dichter sich bevölkerte, als die grossentheils bewaldete malayische Halbinsel. Aber vom klimatischen Gesichtspunkte aus betrachtet, ist es doch ein eigenes Verhältniss, dass ein so grosser Theil der Halbinsel von dürren Gesträuchen bekleidet ist und der Savanen entbehrt, die das ähnlich

gebaut, innere Tafelland des afrikanischen Sudan bedecken. Die Ursache kann darin erblickt werden, dass die Regenzeiten in Afrika ergiebiger sind, als in Hindostan, wo der Niederschlag in Dekkan schwach und auf drei Sommermonate beschränkt ist, indem dem Südwestmonsun durch die zusammenhängende Küstenkette der Ghauts der grösste Theil des Wasserdampfs entzogen wird. Die Bambusen, die für die indische Flora so charakteristisch sind, theilen zwar mit den Savanengräsern das hohe Wasserbedürfniss, aber vermöge ihres schnellen Wachsthum und, da ihre Erhaltung auch ohne Blüthenbildung gesichert ist, können die kleineren Arten leicht einer lang dauernden Dürre Widerstand leisten.

Von den klimatischen Bedingungen des Gebiets der Jungelgebüsche entwarf Jacquemont⁴³⁾ eine anschauliche Uebersicht. Im grössten Theile Hindostans werde die Vegetation der meisten Pflanzen durch die trockene Jahrszeit länger unterbrochen, als in Europa durch den Winter. Die grossen Stauden, die Zuckerrohrpflanzungen, die Gramineenrasen welken und verdorren im November und erst im Junius oder Julius des folgenden Jahrs erwacht ihre Lebenskraft auf's Neue. Das baumlose Tafelland von Puna in den Ghauts über Bombay war noch im letzten Drittel des Junius dürr und verbrannt, wie Steppenboden, die Erdkrume ohne Spur von Feuchtigkeit, gleichsam glühend in den Sonnenstrahlen. Und doch grünte schon am 1. Julius die ganze Ebene, auch die nackten Felsblöcke hatten sich mit Rasen in wunderbarer Schnelligkeit bedeckt. Hier dauerte damals die Regenzeit bis Anfang September, der Niederschlag war nicht bedeutend gewesen. Im Gegensatz zu dieser Dürre erschien dem Reisenden die bengalische Küste als eine Ausnahme von dem allgemeinen Charakter Hindostans. Als er in der ersten Woche des Mai zu Calcutta landete, war der Rasen fast ebenso grün, wie zur Zeit der stärksten Niederschläge im August. In Bengalen bleibe der Erdboden das ganze Jahr grün, weil die Feuchtigkeit von diesen Ebenen so langsam abflüsse, dass das Grundwasser während der trockenen Jahrszeit sich nahe an der Oberfläche hält, und weil auch im Winter dichte Nebel, in den heisstrockenen Frühlingsmonaten vorübergehende Gewitterschauer eintreten.

Nachdem wir nun in der Richtung vom östlichen Himalaja bis zum Tafellande von Dekkan die Vertheilung der Wald- und

Gebüschjungles und der den ersteren untergeordneten Savanen als eine klimatische erkannt haben, sind die übrigen Landschaften des Monsungebiets nur als Wiederholungen aufzufassen, deren Bedeutung leicht verstanden wird. Der geneigte Boden der Abhänge des Tafellandes und der Gebirge fördert überall die Niederschläge und Wolkenbildungen, wenn er den herrschenden Seewinden zugewendet ist, wie an den Ghauts, oder wenn er doch wenigstens unter ihrem mittelbaren Einflusse steht, wie an der Abdachung gegen die nördliche Tiefebene. An der Westküste Hindostans verlängert sich die Regenzeit mit abnehmender Polhöhe bis zur Insel Ceylon, hier erreichen daher, je weiter man südwärts fortschreitet, die Junglewälder eine ähnliche Ausbildung, wie auf dem östlichen Archipel. Gerade entgegengesetzt verhält sich die östliche Küste von Koromandel, wo in den südlicheren Breiten die Regenperiode schwach ist und vom Wintermonsun abhängt, von hier aus aber nordwärts die Bewaldung zunimmt, weil Orissa schon von der bengalischen Aspiration berührt und von den hiedurch abgelenkten Seewinden stärker getroffen wird. Die Vegetation im Innern der malayischen Halbinsel ist noch wenig erforscht: doch finden wir auch hier die Junglegebüsche in dem trockenem, von Gebirgsketten eingeschlossenen Ava, in Siam und Cochinchina scheinen die Wälder überall vorzuherrschen³⁾, wenn sie auch nicht das üppige Wachstum des Archipels erreichen.

Die Veränderungen, welche die Kultur des Bodens in der Physiognomie der indischen Landschaft hervorgebracht hat, sind weniger gross, als in den Waldgebieten der gemässigten Zone, wo der Ackerbau das Klima in höherem Grade beeinflusst. Da unter den Tropen die Palmen, der Pisang, der Brodbaum eine Masse von Nahrungstoffen liefert, die fast ohne menschliche Anstrengung zu Gebote stehen, kommt den Baumkulturen eine überwiegende Bedeutung zu, die an die Stelle des Waldes treten, nicht aber in den offenen Landschaften Hindostans, deren Bewohner auf den Feldbau angewiesen sind. Nicht einmal die Fruchtbäume gedeihen hier, der Mango (*Mangifera indica*) ist, wie Hooker⁴⁾ bemerkt, vielleicht die einzige Frucht, die zur vollendeten Veredlung sich ausbildet. Der heisse Frühling, der der Reife der Baumfrüchte zu Gute käme, ist nicht die Jahreszeit der Entwicklung von Holzgewächsen, die in der Regenperiode blühen. Im östlichen Himalaja sind die Nebel des Winters

nachtheilig, in den westlichen Thälern, wo häufiger Sonnenschein die Niederschläge des Sommers unterbricht, wird zwar europäisches Obst von einiger Güte erzeugt, aber erst jenseits der klimatischen Grenze des Monsunregens begegnen wir dem Weinbau im Satlejthale von Kunawur.

In ganz Indien ist der Reis die wichtigste Nahrungspflanze. Die durch den wechselnden Wasserstand beförderten Irrigationen und die Benutzung der Regenperiode für die früheren Vegetationsphasen dieses Gewächses sind die natürlichen Grundlagen seines allgemeinen Anbaus. Auf die Herbsterte folgt in den meisten Gegenden Hindostans die Kultur von Winterfrüchten, die im Frühling vor der grössten Hitze geschnitten werden. Im Punjab und ostwärts bis über Benares hinaus ist der Weizenbau bedeutend, auf dem Tafellande und an der Westküste von Gujerat breiten sich die Baumwollfelder aus, der untere Ganges bespült das Gebiet des Mohns und des Indigo²⁶⁾.

In den feuchteren Klimaten bestimmen neben den Reisfeldern die Baumkulturen die Physiognomie der belaubten Landschaften. Die Erzeugung des Kaffees auf Java, des Zimmt (*Cinnamomum zeylanicum*) in Ceylon, der Muskatnuss (*Myristica moschata*) und der Gewürznelken (*Caryophyllus aromaticus*) auf den Molukken, der Brodbaum und die Cocospalme auf den Südseeinseln treten an die Stelle der in ihren Laubformen ähnlichen Wälder, der Anbau des Pfeffers (*Piper nigrum*) in Malabar und Siam erinnert an deren Lianenbildungen. Hier sind auch die Fruchtbäume von Bedeutung, einige der edelsten Früchte der tropischen Zone sind natürliche Erzeugnisse dieser Klimate. Die Agrumen (*Citrus*) stammen wahrscheinlich von der malayischen Halbinsel, die Mangostana des Archipels (*Garcinia Mangostana*) wird von Einigen für die schmackhafteste Frucht aller Zonen gehalten, sie soll das Aroma der Ananas und des Pfirsich verbinden. Die Ausbildung süsser Früchte wird in den bewaldeten Aequatoriallandschaften unter denselben Umständen gefördert, wie die Savanenbildung, ihre Veredlung, die in der Vermehrung des Zuckergehalts sich äussert, ist eine Folge ihrer Kultur an offener gelegenen Standorten. Der Lichtung des Waldes folgt eine intensivere Insolation, und der Savane entspricht die Anpflanzung des Zuckerrohrs oder der Feldbau überhaupt, indem mit der Ent-

fernung der Bäume die Umwölkung und der Niederschlag sich vermindern. Mit den von der Pflanze ausgesonderten Stoffen verhält es sich indessen anders, wie mit dem Zucker und Stärkemehl, die ihrer Ernährung oder doch der von thierischen Organismen dienen. Die gewürzhaften, das Nervensystem stärker reizenden ätherischen Oele der Myrtaceen, Laurineen und Scitamineen, wodurch Indien sich vor denen der gemässigten Zone auszeichnet, deuten auf besondere klimatische Bedingungen, da diese Gewächse auch im tief beschatteten Jungle an ihren Bestandtheilen nichts einzubtissen scheinen. Von Oelen solcher Art, die auch stets von anderweitigen Stoffen begleitet sind, ist schwerlich anzunehmen, dass sie, wie bei den Labiaten der Mediterran- und Steppenflora, bestimmt wären, die Verdunstung der Blätter zu mässigen.

Regionen. Die Unterscheidung klimatischer Regionen in den tropischen Gebirgen ist auf die Abnahme der Wärme und in geringerem Masse auch auf die Anordnung des Wasserdampfs in der Atmosphäre zu begründen, nicht aber, wie in den nördlichen Zonen, auf die Dauer der Vegetationsperiode, weil die Temperatur das ganze Jahr hindurch nahezu dieselbe bleibt und die Niederschläge des Elevationsregens weniger periodisch sind, als im Tieflande. Allein der Himalaja hat in dieser Beziehung, seiner geographischen Lage ausserhalb des Wendekreises gemäss, eine besondere Stellung: hier ist die Schneegrenze noch dem Wechsel der Jahreszeiten unterworfen, und so vereinigen sich, indem nach abwärts die Verhältnisse der Wärme und Feuchtigkeit in so hohem Grade tropisch sind, an seinem indischen Abhange die Vegetationsbedingungen der gemässigten und heissen Zone. Im östlichen Nepal⁴¹⁾ bedeckt Schnee den Boden oberhalb der Baumgrenze vom December bis April; die Lager sind zuweilen 12 Fuss tief; im Sommer schmelzend, ziehen sie sich aufwärts bis zur Firnlinie⁴³⁾ zurück und lassen einen Raum von beinahe 4000 Fuss für die alpinen Gewächse übrig (11300—15100'). Der Himalaja ist das einzige bekannte Gebirge des Monsungebiets, welches ewigen Schnee trägt, nur in Neu-Guinea⁴⁴⁾ will man aus der Ferne schneebedeckte Gipfel gesehen haben. Die höchsten gemessenen Berge⁴⁵⁾ des Archipels sind der Semeru auf Java (11450') und der Kina Balu im nördlichsten Theil von Borneo (12850'). Auf diesen Hochgipfeln aber schneit es niemals, nur vorübergehende

Schlossenstürme werden zuweilen beobachtet. In diesen Aequatorial-gegenden ist die Vegetation in allen höheren Niveaus von den Jahreszeiten gleich unabhängig, hier stufen sich die Regionen nach der Temperatursphäre und dem Wasserbedürfniss der einzelnen Pflanzen ab, nicht aber nach ihrer Entwicklungsperiode. Hier kann oberhalb der Wälder eine alpine Region sich nur da ausbilden, wo es dem Baumwuchse an der erforderlichen Feuchtigkeit fehlt, oder wo die vorhandenen Bäume eine höhere Temperatur beanspruchen. Dem Feuchtigkeitsbedürfniss, welches der Boden zu befriedigen hat, und das in gleichem Verhältniss mit der Grösse der Gewächse steigt, wird bei tropischen Bäumen an ihrer Höhengrenze entweder durch den schmelzenden Schnee entsprochen, dessen Wasser stetig von dem in beständiger Bildung und Auflösung sich erneuernden Firn herabsickert, oder, wo dieser fehlt, durch die Erhebung der Wolken zu einem höheren Niveau.

Beide Quellen der Waldbefeuchtung wirken im indischen Himalaja zusammen, die Baumgrenze zu erhöhen, und hierin liegt die Erklärung der merkwürdigen Thatsache, dass ungeachtet ihrer Einschränkung durch den Winterschnee die Wälder daselbst ein höheres Niveau erreichen (11300 Fuss), als auf den Sunda-Inseln in der Nähe des Aequators (9300 Fuss in Java, 9000 Fuss in Sumatra und Borneo). Die Feuchtigkeit der Wälder des Himalaja wird theils durch die Anordnung der hochalpinen Ketten, theils durch die Stellung der Abhänge gegen den Monsun gesteigert. Die südliche Hauptkette, in welcher die höchsten Erhebungen der Erde liegen, sendet ihre Querjoche, durch enge Thäler getrennt, in symmetrischer Anordnung weithin gegen die indische Ebene aus. In grossartigen, aber einfachen Böschungen abfallend, tragen diese alpinen Seitenketten die grössten Schneemassen. Auf den noch höheren Gipfeln im fernen Grunde der Thäler wird schon der Einfluss des tibetanischen Klimas auf die Erhebung der Schneelinie fühlbar. Die Ostseite der den Thälern zugewendeten Abhänge, die ihre Brüstung dem Monsun entgegenstrecken, ist die feuchtere und stärker bewaldete. In diesen Thälern hinaufwehend, trägt der Monsun seinen Wasserdampf zu ungewöhnlichen Höhen, indem die Abhänge sowohl den unteren Regenwind des Sommers als die obere Gegenströmung im Winter empfangen. Die Wolkenregion Javas, die

Region, wo die täglichen Niederschläge am regelmässigsten und reichlichsten stattfinden, umfasst das Niveau von 4500—7500 Fuss⁴⁶⁾, von hier aus nimmt die Menge des atmosphärischen Wasserdampfs rasch nach aufwärts ab: in Sikkim ist durch alle Niveaus bis 12000 Fuss hinauf die Feuchtigkeit der Luft sehr bedeutend⁴⁷⁾. Die kegelförmige Gestalt der Vulkane Javas ist ungeeignet, die Luftströmungen nach aufwärts abzulenken, auf den meisten Bergen wird von den Bäumen die klimatische Grenze nicht erreicht, weil der Boden nicht feucht genug ist, mit der Wolkenregion pflegen die Wälder aufzuhören. Wo sie aber nicht mehr fortkommen, zeigen sich stets, wie in Südeuropa, nordische und alpine Gattungen²⁴⁾ (z. B. *Gentiana*, *Ranunculus*, *Viola* schon bei 7—8000 Fuss). Einen rechten Boden findet indessen die alpine Vegetation in Java nirgends. Da die meisten Berge sich wenig über das Niveau erheben, wo Wälder bestehen können, und da der Lavaboden der beiden höchsten Gipfel abwärts bis 8500 Fuss von allem Pflanzenwuchse entblösst ist, so bleibt für eine alpine Region auf diesen Kegelbergen nur ein äusserst geringer Raum übrig⁴⁶⁾. In der tropischen Zone ist es möglich, wiewohl kaum anderswo, wie in Java, beobachtet, dass die Baumgrenze mit der Grenze des Pflanzenlebens überhaupt beinahe zusammenfällt, während in der nördlichen gemässigten Zone ein alpiner Gürtel der allgemeine Ausdruck jener durch den Gang der Temperatur auf eine kurze Periode eingeschränkten Vegetationszeiten ist, die der Entwicklung zuerst von Sträuchern, dann von Stauden und Gräsern entsprechen, nicht aber dem Wachsthum grosser Holzcyliner, für deren Ausbildung die Blätter Monate lang thätig bleiben müssen. In der südlichen gemässigten Zone, wo durch das Seeklima eine Beständigkeit der Temperatur eintreten kann, die der tropischen wenig nachsteht, verhält sich in diesem Falle, wie wir im südlichen Chile sehen werden, die Baumgrenze ähnlich, wie in Java.

Den Waldgürtel selbst nach seinen klimatischen Bedingungen in Regionen abzutheilen ist in den tropischen Gebirgen weit schwieriger, als in den nördlichen Zonen, wo die Abstufung der Laub- und Nadelhölzer sich hiezu darbietet. So einfach Humboldt's Unterscheidung einer tropischen und gemässigten Region erscheint, so ist es doch nicht immer möglich, eine scharfe Grenze derselben von bestimmten Vegetationsformen abzuleiten. Blume hatte darauf auf-

merksam gemacht und Junghuhn bestätigt es, dass die Regionen Javas nicht so bestimmt, wie in anderen Ländern, von einander geschieden seien⁴⁶⁾. Der Uebergang vom Tieflande bis zu den Berggipfeln sei so unmerklich, dass die Vegetationsgrenzen sich der unmittelbaren Beobachtung des Wanderers entziehen, wenn dieser auch zuweilen im Verlaufe weniger Stunden die Reihe der nach dem Niveau wechselnden Pflanzengestalten vollständig durchschritten hat. Wenn, wie es sonst gewöhnlich der Fall ist, jede Region durch eine einzige, physiognomisch hervortretende Pflanzenform bezeichnet wird, so muss deren Höhengrenze ebenso scharf sein, wie für jede einzelne Art, deren Wohngebiet einem bestimmten Mass klimatischer Lebensbedingungen entspricht. Wenn dagegen, wie in Java, in gleichen Höhen unähnliche Baumformen, dikotyledonische mit Palmen und Farnbäumen, vermischt zusammenleben, so wird, sofern die Vertreter jeder einzelnen Form an eigenthümliche, klimatische Phasen gebunden sind, auch der Wechsel der Regionen ein allmäliger sein. Aehnlich ist es im indischen Himalaja. In Sikkim steigen die Farnbäume und der Pisang bis 6600 Fuss, die epiphytischen Orchideen bis 9400 Fuss, die Bambusen noch höher bis zur Baumgrenze: wo bleibt da der Begriff einer tropischen Region, der doch an solche Pflanzenformen geknüpft sein soll? Nur wo ausnahmsweise die Bekleidung des Bodens einfacher wird, wie in den Wäldern der Berg-Casuarinen im östlichen Java, sondert sich deren Region schärfer von den benachbarten, als da, wo die Fülle tropischer Gestaltungen grösser ist.

Ferner wird die Unterscheidung der Regionen dadurch erschwert, dass einzelne Arten desselben Formenkreises auf tropischen Gebirgen oft in hohem Grade ungleich sich verhalten und in ihren klimatischen Lebensbedingungen von einander abweichen. Die Rhododendren, die in Borneo und Sumatra tief in die tropische Waldregion hinabsteigen (bis 3000 Fuss), bewohnen im Himalaja von Sikkim die gemässigten und alpinen Höhen (7000—16000 Fuss), wo die Vegetationszeit der verschiedenen, hier überaus zahlreichen Arten sich von acht Monaten (April bis December) bis auf zwei Monate (Juli bis September) verkürzt. Die Nadelhölzer erreichen im westlichen Himalaja die Baumgrenze (*Pinus excelsa* bis 11300 Fuss, *P. Pindrow* bis 10300 Fuss), aber *Pinus*-Arten bewohnen auch die tropischen Regionen, eine derselben (*P. longifolia*) steigt bis zur Ebene in die Dhuns oder

Vorgebirgsthaler hinab (bis 1000 Fuss), andere finden sich auf dem Khasia (bis 3000 Fuss), in Tenasserim (bis 1000 Fuss), in Sumatra (bis 3000 Fuss), in Borneo und auf den Philippinen (bis 1700 Fuss). Die Eichen sind in Java zwischen 3500 und 5500 Fuss am häufigsten, an der Westküste Sumatras gehen sie bis 500 Fuss herab: am Himalaja dagegen, in Sikkim, beginnt die Eichenregion erst, wo sie in Java aufhört. Solche Thatsachen sind bei der Kultur tropischer Gewächse wohl zu berücksichtigen, deren Warmebedurfniss weder nach unbestimmten Nachrichten über ihre Herkunft noch nach ihrer Verwandtschaft mit ähnlichen Formen ermessen werden kann. Auch werden solchen Erfahrungen gegenüber die Schlüsse der Geologie in ein zweideutiges Licht gestellt, welche man auf die systematische Stellung von Resten der Vorwelt stützt, ohne den Bau und die Bedeutung der Vegetationsorgane zu würdigen.

Bei den abweichenden Lebensbedingungen von Arten derselben Gattung und von den Pflanzenformen, die im Junglewald vereinigt wachsen, kann doch das Vorwalten bestimmter Organisationen in jedem Niveau zur Charakteristik der Regionen dienen, wenn auch scharfe Höhengrenzen nur da möglich sind, wo einzelne Gewächse die Physiognomie durchaus beherrschen. Die Unterscheidung verschiedener Waldregionen, wie sie Thomson im Himalaja und Jung-huhn in Java versucht haben, behauptet, obgleich sie an den Grenzen sich verwischen, einen wissenschaftlichen Werth, nicht bloss als einziges Mittel, die Gestaltungen der Vegetation geordnet darzustellen, sondern auch, weil jede Region durch einen mittleren Temperaturwerth charakterisirt werden kann, der da, wo er wirklich eintritt, auch dem reinsten und vollständigsten Ausdruck ihrer botanischen Individualität entspricht. Nach aufwärts nimmt die den Tropen eigenthümliche Mischung zahlreicher Bestandtheile in den Waldformationen regelmässig ab. Indem einzelne Baumarten anfangen durch ihre Geselligkeit zu überwiegen, die tropischen Formen nach und nach aufhören und durch Gattungen höherer Breiten ersetzt werden, nähert sich die obere Region in der That der Physiognomie der gemässigten Zone.

Die Versuche, die Regionen des Monsungebiets nach klimatischen Werthen zu bestimmen, stelle ich nun zusammen, um daran weitere Bemerkungen über die einzelnen Gebirge anzureihen.

Indischer Himalaja [34—27° N. B. Regionen der südlichen Abdachung nach Thomson⁴⁶⁾].

Tropische Region — 5600'. Temperatur 19—13°.

Gemässigte Region. 5600—11300' (Baumgrenze). Temperatur: 13—6°.

In Sikkim.	{	Palmlianen (höchste Palme: <i>Plectocomia</i> , — 6100'.
		Pisang (<i>Musa</i>) — 6600'.
		Farnbäume (höchste Art: <i>Alsophila gigantea</i> , 3700—6600'.
		Laurineen — 8400'.
		Magnoliaceen (höchste Art: <i>Magnolia Campbellii</i>) — 9400'.
		Atmosphärische Orchideen (höchste Art: <i>Coclogyne Wallichii</i> ; — 9400'.

Bambusen — 11300'.

Eichen (Coniferen u. Birken) im nordwestl. Himalaja — 11300'.

Alpine Region. 11300—15100' (Schneegrenze). Temperatur: 6°—0°⁵⁾.

Nielgherries [11½—11° N. B. Regionen nach Perrotet⁴⁹⁾].

Tropische Waldregion — 5000'.

Waldlose und gemässigte Region. 5000—8000'.

Sumatra [Südwestküste: 2° N. B. — 4° S. B. Regionen nach Korthals⁵⁰⁾].

Tropische Region — 6000'.

Eichenregion. 500—6000'.

Pinus (*P. Merkusii*) 3000—4500'.

Gemässigte Region (Ternstroemiaceen mit Podocarpus, 6000—9000'.

Borneo [Kina-Balu 7° N. B. Regionen nach Spenser St. John⁵¹⁾].

Waldregion — 8400'.

Alpine Region (Sträucher 8400—9400': darüber nackter Fels mit einzelnen Sträuchern).

Java [6—8° S. B. Regionen nach Junghuhn⁵²⁾].

Tropische Region — 7500'.

Region der Feigenbäume (*Ficus*) und Anonaceen — 2000'.
Temperatur: 22—19°.

„ „ Rasamalawälder (*Altingia*). 2000—4500'.
Temperatur: 19—15°.

„ „ Eichen und Podocarpen, in Ostjava der Casuari-
nen. 4500—7500'. Temperatur: 15—10°.

Gemässigte Region (kleine Ericaceen-Bäume: *Agapetes*). 7500—10000'.
Temperatur: 10—7°.

Philippinen: Luzon [15—18° N. B. Regionen nach Semper⁵³⁾].

Tropische Region — 2200' (3500').

Fichtenregion (*Pinus insularis*). 2200—7000'.

Im Himalaja bot die Vergleichung des feuchten Klimas von Sikkim mit den dürren Thälern des Indusgebiets⁴⁵⁾ die Grundanschauungen, aus deren Verknüpfung die Gliederung des Gebirgs in westöstlicher Richtung sich ergibt. Denn in der Menge, wie auch in der Vertheilung der Niederschläge über das Jahr, unterscheidet sich der östliche Himalaja von dem westlichen in ähnlichen Uebergängen, wie die vorliegenden Ebenen. Auch die Gebirge des Westens empfangen nur zur Zeit des südlichen Monsuns ihren Regen, das ganze übrige Jahr ist ausserordentlich dürr.

Von der waldigen, sanft geneigten Ebene des Terai erhebt sich der Himalaja unmittelbar zu schroffen Höhen von 7000—8000 Fuss. Ebene Fläche findet sich nun fast nirgends wieder, auch senkrechte Abstürze fehlen, zwischen den ungeheuren, gleichmässig geneigten Abhängen füllt den tief eingefurchten Thalschlund der Bergstrom gewöhnlich ganz aus. »Einförmig«, sagt Jacquemont⁵⁴⁾, »wie diese Gestaltung ist die Vegetation, welche den geneigten Boden bedeckt: die Mannigfaltigkeit der Standorte macht eine Gegend pflanzenreich und hier sind alle Standorte ähnlich«. Aber die Vegetation dieser Abhänge und der tief in das Innere einschneidenden Thäler zeigt im Osten und Westen des Gebirgs einen völlig verschiedenen Charakter. Diesen Gegensatz schildert Thomson⁴⁶⁾, indem er Sikkim mit Simla vergleicht. In Simla sind die Berggehänge felsiger und grösstentheils waldlos, offen und grasreich: nur die Kämme des Gebirgs erscheinen von Wäldern gekrönt und an den nach Norden geneigten Abhängen ist die Waldvegetation verbreitet. Die niedrigeren Vorberge sind mit einer Gesträuchformation bewachsen, die das trockenere Klima andeutet: dann folgt die offene, zum Theil belaubte Region, hier bestehen die Gräser und Kräuter noch aus tropischen Formen. Betrachtet man einen dieser unermesslichen, fast waldlosen Abhänge aus der Ferne⁵³⁾, so sieht man Linien tieferen Grüns die sparsamen Bäche hinabgeleiten, die in weiten Abständen den Berghang bewässern. Dazwischen erscheint das Grün einförmig fahl: denn dort schwellen weder Wiesen noch Weidetriften, sondern, mit Ausnahme der alpinen Gipfel, herrscht ungleicher und unergiebigter Pflanzenwuchs zwischen Felsblöcken und Gerölle. Es giebt hohe Berge, welche vom Thal bis zum Kamm nur mit diesem Gemisch aus Felsen und Kräutern bedeckt sind. Der zusammenhängende Wald

beginnt in Simla erst in der Nähe der Gesundheitsstation (bei 6500 Fuss) und gehört daher der gemässigten Region an. Doch auch in dieser, der Wolkenregion, sind die Wälder licht und nicht so dicht bewachsen, wie in Sikkim: sie bestehen in Simla aus Nadelhölzern, Eichen und Rhododendren (*R. arboreum*), mit einem Unterholz, wie in den Gebirgen höherer Breiten. Dichte Wälder kommen hier nur am Fusse des Himalaja vor, die mächtigen Nadelholzbestände der Alpen sind nirgends in den oberen Regionen anzutreffen.

In Sikkim³⁵) verliert der üppige Junglewald, der die feucht-warmen Abhänge überall bekleidet, erst an der Laurineengrenze (bei 8400 Fuss) seinen tropischen Charakter: nun beginnen die Rhododendren häufiger zu werden, und unter den Laubhölzern bemerkt man grösstentheils europäische Gattungen, die Coniferen sind weniger häufig. Hier sah Hooker den Frühling unter denselben Erscheinungen anbrechen, wie in Mitteleuropa, blattlose Eichen entwickelten ihre Kätzchen, Birken belaubten sich, unter den Kräutern blühten dieselben Gattungen, deren Blumen auch bei uns den Wald beim Erwachen der Vegetation erfüllen (z. B. *Viola*, *Arum* u. a.). In dem unteren Abschnitt dieser gemässigten Region (bei 7400 Fuss) vermischten sich die Baumformen nördlicher Klimate mit denen der Tropen: hier waren die Bestände zur Hälfte aus Eichen gebildet, die übrigens herrschenden Arten waren in gleichem Verhältniss Laurineen und Magnolien.

Da in dem trockneren Klima des westlichen Himalaja der Himmel häufiger heiter und daher der Wechsel der Temperatur nach den Jahreszeiten grösser ist, so nähern sich die Vegetationsbedingungen der oberen Regionen denen der europäischen Gebirge. In Folge dessen wächst die Anzahl der mit Nordasien und Europa gemeinsamen Arten, die alpine Region ist der tibetanischen ähnlicher und pflanzenreicher, als in Sikkim. Aber ungeachtet der reichlichen Bewässerung aus thauenden Schneefeldern ist auch die alpine Flora des Himalaja mit der der Alpen an Ergiebigkeit nicht zu vergleichen. Sie enthält dieselben Formationen; die Rhododendrengesträuche und alpinen Matten, aber fast überall fehlt der reiche Weidgrund, zuweilen erscheinen die oberen Abhänge bis zur Schneegrenze wie eine nackte Steinwüste, wenn auch einzelne Stauden und selbst Sträucher (*Rhododendron*) noch über derselben sich zu erhalten vermögen. Die

geringfügige Ausbeute an alpinen Gramineen, welche der indische Himalaja geliefert hat⁵⁵⁾, steht mit diesen Erscheinungen in Beziehung, in den Waldregionen, deren Baumwuchs sie unterdrückt, ist die Seltenheit der Gräser leichter erklärlich, als an den freien Abhängen, wo der Boden doch ebenfalls stark befeuchtet wird. Aber der Bau des Gebirgs ist im Osten und Westen, in Sikkim, wie in Simla, der Bildung von Weidegründen gleich ungünstig. Die Wasserströme, genährt durch tropische Niederschläge, haben den Boden tief eingefurcht, nirgends erreicht die Erosion der Thäler nach Schlagintweit's Untersuchung so grosse Werthe, wie hier⁵⁶⁾, die regelmässig geneigten Abhänge werden nach diesem Verhältniss rasch abgetrocknet. Nur wo das Wasser fliegend verweilt, wo dasselbe langsam und stetig sich bewegt, so dass die Wurzeln es beständig aufsaugen können, gedeiht ein zusammenhängender Grasrasen und bildet sich eine fruchtbare Humusdecke. Dieselben Ursachen erklären auch die geringere pittoreske Schönheit des Himalaja, in Vergleich mit den Alpen: Wo der schmelzende Firn wieder erstarrt, entstehen Gletscher, wo durch terrassenförmige Felsbrüstungen die Bewegung des Wassers verzögert wird, höhlen sich Mulden aus, mit Alpenseen erfüllt und durch Wasserfälle geschieden, zuletzt mit Wiesen erfüllt, wenn diese sich entleert haben, und alle diese Bildungen, die den Alpen ihren Schmuck verleihen, gehören im Himalaja zu den seltensten Erscheinungen.

Man darf den indischen Himalaja als eine Gruppe von Vegetationscentren betrachten, wo die Natur, den günstigsten und zugleich mit der geographischen Lage, wie mit dem Niveau wechselnden Bedingungen des Pflanzenlebens entsprechend, eine hohe Mannigfaltigkeit der Formen geschaffen hat. An Reichthum eigenthümlicher Holzgewächse übertrifft sie alle anderen Hochgebirge der alten Welt. Den europäischen Gattungen ist hier zwar nicht unter den Gramineen, aber in den meisten übrigen Familien eine grössere Reihe endemischer Arten, tropischen wenigstens einiges Eigenthümliche hinzugefügt, und dazu wird die Einwanderung von aussen durch die Lage, durch die Ausdehnung und Verknüpfung des Gebirgs mit anderen Gebieten auf das Mannigfachste gefördert. Dagegen lässt sich, wiewohl gewisse endemische Gattungen bekannt sind, kaum behaupten, dass

der Himalaja etwa in höherem Masse, als die Alpen, durch einen eigenthümlichen Bau der endemischen Gewächse bevorzugt sei.

Die Vermischung europäischer und arktischer mit tropischen, eingewanderter mit endemischen Pflanzen ist es besonders, wodurch die Vegetation des indischen Himalaja charakterisirt wird. Diese Verbindung von Arten aus verschiedenen Klimaten an gleichen Standorten lässt sich so auffassen, dass die indischen Bestandtheile der regelmässig geordneten Befeuchtung der Monsunniederschläge bedürfen, aber nicht an tropische Wärme gebunden sind, und dass die Gewächse des Nordens hier die ihrem Bau entsprechende Temperatur wiederfinden. Tropische Stauden und einjährige Kräuter, deren Vegetationszeit von kurzer Dauer ist, steigen im westlichen Himalaja bis in die Wälder der gemässigten Region, wo sie während des Sommers ihre Entwicklung vollenden können. Mit zunehmender Feuchtigkeit und gemindertem Unterschiede der Jahreszeiten wiederholt sich in Sikkim dasselbe Verhältniss auch mit anderen tropischen Gewächsen, mit dikotyledonischen Bäumen, mit Bambusen und Orchideen, die gegen die Abnahme der Temperatur unempfindlich sind. In den höchsten Regionen finden die Gewächse der arktischen Zone durch das allmälige Abschmelzen des Winterschnees die ihrem Wachsthum entsprechende Kürze der Vegetationsperiode wieder, aber sie mischen sich hier mit so ähnlichen endemischen Arten, dass man im Zweifel ist, ob die ersteren sämmtlich eingewandert oder erst von hier aus nach Nordasien und zu den Alpen gelangt sind. Und über manche europäische Pflanzen der gemässigten Region herrscht dieselbe Ungewissheit. Im westlichsten Theil des Himalaja mischen sich auch Steppenformen ein und bewohnen daselbst entweder die alpine Region, oder steigen von der Ebene des Punjab in das Gebirge, die durch Afghanistan, ebenso wie Tibet durch Turkestan, mit den trockenen Klimaten Asiens und Afrikas in Verbindung steht. Diese Mischungen der Flora aus Bestandtheilen verschiedenen Ursprungs werden durch die Thaleinschnitte des Indus und Satlej befördert, welche hier die Hauptkette von Tibet aus durchbrechen.

Durch die Verzweigung zu hohen Parallelketten, welche ebenfalls von diesen Strömen durchschnitten werden, entsteht ferner im Inneren des westlichen Himalaja, an der Südseite der tibetanischen

Pässe, eine klimatische Uebergangszone⁵⁷⁾, die, zwar noch ganz unberührt von den tropischen Sommerregen, doch so viel Niederschläge empfängt, dass neben der Steppenvegetation auch eine Entwicklung von Wäldern möglich wird. Diese Zone umfasst die Landschaften von Kunawur bis Kaschmir und bis zum Thale des Indus unterhalb Iskardo. Viele Pflanzen haben diese Gegenden gemeinsam, und der verschiedene Grad ihrer Bewaldung scheint von der Häufigkeit der Niederschläge abzuhängen. Das feuchtere Kaschmir hat prächtige Hochwälder, in Kunawur ist die Bewaldung ganz unbedeutend, der Graswuchs ärmlich und durch die bis hierher verbreiteten, tibetanischen Caraganen⁵⁴⁾ zurückgedrängt. Untersucht man den Ursprung der Flora dieses Uebergangsgebiets, so ergibt sich, dass wenige Arten, unter der Bäumen eine eigenthümliche Kiefer (*Pinus Gerardiana*), endemisch sind, und dass die übrigen grösstentheils aus den Nachbarländern abstammen, die meisten Waldbäume aus dem jenseitigen indischen Himalaja, jedoch ohne bis hierher von tropischen Gewächsen begleitet zu sein, die Steppenpflanzen aus Tibet, europäische aus weiterer Ferne. Im Spiti-Thal ist der einzige wildwachsende Baum jener asiatische Wachholder (*Juniperus foetidissima*), von dessen Verbreitung zum Kaukasus und Taurus früher gehandelt wurde, und der auch in Balti am Indus auftritt, in Kaschmir mit den Nadelhölzern des Himalaja zusammentrifft.

Auf den Nielgherries⁴⁹⁾, der höchsten Erhebung der westlichen Ghauts über der Küste von Malabar (bis 8000 Fuss), treten nur in den Schluchten und Thälern des zerrissenen Randgebirgs kräftige Waldjungles auf, eine Combretacee (*Anogeissus*) ist in gewissen Höhen (von 2000—4000 Fuss) vorherrschend. Die wellige Hochfläche und die ihr aufgesetzten Berge (5000—8000 Fuss hoch) sind meistentheils waldlos, eine zarte Krautvegetation von blassem Grün, nur einzeln von niedrigen Baumgruppen unterbrochen, bedeckt sie, Gesträuche kommen ebenfalls vor, bis zu den Gipfeln dasselbe Rhododendron (*R. arboreum*), welches am Himalaja die häufigste Art dieser Gattung ist und hier zum Gebüsch verkümmert. Unter den Stauden dieser baumlosen Region sind manche europäische Gattungen vertreten, die den indischen Ebenen fehlen (z. B. Gentianeen, Labiäten, Rosaceen), und die hier zu einem viel tieferen Niveau (bis 5000 Fuss) hinabsteigen, als am Himalaja. Die Erklärung liegt

darin, dass sie der Insolation bedürftige Gewächse offener Standorte sind, welche die Waldbekleidung des Himalaja von den tiefer gelegenen Regionen ausschliesst. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich an den Khasiabergen, die ähnlich gebaut sind, wie die Nielgherries, und auch in ihrer Vegetation manches Uebereinstimmende zeigen. Viele Arten der gemässigten Region sind dem Khasia mit Sikkim gemeinsam⁵⁵⁾, die hier erst bei 9400 Fuss, dort schon bei 5000 auftreten, also reichlich 4000 Fuss tiefer hinabsteigen. Das Plateauklima drängt den Wald zurück und lässt den Sonnenstrahlen in der trockenen Jahreszeit freien Spielraum.

Die grossen Sunda-Inseln bieten uns das Problem ungleicher Höhengrenzen bei denselben Pflanzenformen⁵⁶⁾, während das Niveau, wo der Baumwuchs selbst aufhört, nur solche Unterschiede erkennen lässt, die nach der Beschaffenheit des Bodens und aus der stärkeren oder geringeren Neigung der Gipfel leicht erklärlich sind. In ihrem allgemeinen Typus stimmen Sumatras Wälder mit denen von Java überein. Diese Aehnlichkeit finde ich besonders darin begründet, dass die weit verbreiteten Eichenwälder mit einer Fülle tropischen Pflanzenlebens ausgestattet sind, dass über der Eichenregion Podocarpus-Arten folgen, die in Gesellschaft von Ternstroemiaceen den oberen Waldgürtel bilden, und dass in der höchsten Region Ericaceen und holzige Gnaphalien (*Gn. javanicum*) vorherrschen, von welchen letzteren der Lavaboden der Vulkane (bei 9000 Fuss) bedeckt wird. Wenn Sumatra viele endemische Pflanzen vor Java voraus hat, wenn die Gruppierung der Waldbäume abweicht, wenn hier die Rasamala-Wälder fehlen, dagegen Coniferen mit Nadelblättern auftreten (*Pinus*, *Dacrydium*), und die Eichen eine Verbindung mit Kampherbäumen (*Dryobalanops*) eingehen, so sind dies Erscheinungen, wie sie der schöpferische Reichthum der tropischen Natur nicht anders erwarten lässt, wenn auch die Ursache der Verschiedenheiten verborgen bleibt. Allein anders verhält es sich mit der veränderten Lage der Waldregionen und der Höhengrenzen ihrer typischen Bestandtheile, wofür es ohne Zweifel eine klimatische Bedingung geben muss. Die Eichen, welche in Java erst bei 4500 Fuss häufig werden, steigen in Sumatra fast zur Meeresküste herab, Coniferen wachsen dort abwärts bis 5000, hier bis 3000 Fuss. Ericaceen (*Agapetes*) finden sich in Sumatra schon am Ufer des Meers und bewohnen in Java nur die Gebirge in

beträchtlichen Höhen. Es ist demnach eine allgemeine Thatsache, dass gleiche Pflanzenformen und wahrscheinlich zum Theil auch dieselben Arten auf Sumatra in einem viel tieferen Niveau vorkommen, als in Java, und dass dies gerade diejenigen Gewächse sind, auf denen der Typus der Regionen beruht. Junghuhn⁴²⁾ meint, es liege die Wolkenregion Sumatras tiefer, allein hiebei wäre zu erklären, weshalb dies der Fall sei und wie die Feuchtigkeit auf die Verschiebung der Regionen von Einfluss ist. Die in vertikaler Richtung stufenweise eintretende Veränderung der Pflanzenformen kann nur als eine Wirkung der in demselben Sinne allmählig veränderten Wärme betrachtet werden, aber mittelbar werden die Regionen durch eine Wolken- und Nebelhülle herabgedrückt, welche die Erwärmung der Gebirgspflanzen durch die Sonnenstrahlen schwächt und verhindert. Es ist Miquel⁵⁹⁾ nicht gelungen, in den meteorologischen Beobachtungen solche Temperaturunterschiede zu erkennen. Allein nicht in der gemessenen Wärme schattiger Standorte, sondern in der häufiger oder seltener vorkommenden Insolation sind die Einwirkungen der Bewölkung auf die Temperatur des Erdbodens aufzusuchen. Auf eine stärkere Wolkenbildung in Sumatra lässt sich in der That aus dem Relief und der Lage dieser Insel schliessen. Hier erheben sich die Vulkane aus einer höheren Bodenanschwellung, wie Junghuhn auf seinen Höhenkarten der Battaländer gezeigt hat. Eine Gebirgskette, etwa 4000 Fuss hoch gehoben, über welche die einzelnen Kegelberge um das Dreifache emporragen, erstreckt sich hart an der Südwestküste über die ganze Länge der Insel und dacht sich durch Seitenketten und Hochlande nach dem Innern zu ab. Die Seewinde werden leichter ihren Wasserdampf verdichten, wo sie überall auf geneigten Boden treffen, als in Java, wo ein grosser Theil der Insel aus Tiefebene besteht und nicht über das Niveau von 1000 oder 2000 Fuss hervorragte. Sodann aber scheint auch die verschiedene Lage beider Inseln den herrschenden Winden gegenüber von Bedeutung zu sein. Obgleich in gewissen Gegenden von Sumatra der Monsun wenigstens in den unteren Luftschichten unterdrückt ist, so wehen doch die Seewinde senkrecht gegen die Gebirgsaxe der Insel. Indem diese sie mit ihren breiten Flanken vollständig auffängt, so müssen sich unaufhörliche Nebel und Niederschläge bilden, welche die Temperatur des Bodens herabdrücken. Java hingegen steht

unter dem Einfluss des Nordwest- und Südostmonsuns, der die Axe der Insel unter einem spitzen Winkel trifft und ihren Gebirgen entlang weht. Die Wolkenhülle wird daher an den javanischen Gebirgen minder dicht sein, weil sie den Seewinden weniger ausgesetzt sind und nicht so viel Wasserdampf aus ihnen niederschlagen können. Borneo und Celebes sind zu wenig bekannt, um sie mit den westlichen Sunda-Inseln sicher vergleichen zu können. Dass auf dem Kina-Balu in Borneo über dem Janglewalde eine Region von Sträuchern sich gefunden hat, ist eine Folge von der steilen Beschaffenheit des Gipfels. Auch an den Vulkanen Javas sind die Ericcenbäume klein (bis 25 Fuss hoch), wenige Fuss über dem Boden schon verzweigt und mit Gesträuchen vermischt.

Die Gebirge der Philippinen⁵³⁾ sind dadurch merkwürdig, dass im nördlichen Theil von Luzon, so weit hier die Wälder sich erhalten haben, eine Kiefer (*Pinus insularis*) in grössern und einfachen Beständen wächst, durch welche die Farnbäume, die Bambusen und die tropischen Pflanzenformen überhaupt zu einem ungewöhnlich tiefen Niveau nach abwärts gedrängt werden (bis 2200, an andern Orten bis 3500 Fuss). Einzeln finden sich diese Nadelhölzer schon innerhalb des Tropenwaldes selbst (bis 1700 Fuss), wie dies ja auch am Himalaja und auf den malayischen Halbinseln bei den dort einheimischen Arten der Fall ist.

Vegetationscentren. Die auf den Endemismus sich beziehenden Fragen sind für den kontinentalen Theil der indischen Flora von Hooker und Thomson⁶⁰⁾ so vielseitig beleuchtet worden, dass wir die allgemeineren Ergebnisse dieser Naturforscher hier nur vergleichend zusammenzufassen und mit Rücksicht auf den Archipel zu ergänzen haben. Der Reichthum des tropischen Asiens an eigenthümlichen Erzeugnissen nähert sich dem Südamerikas, das einförmige, afrikanische Sudan steht weit gegen diese beiden Kontinente zurück. Die Zahl endemischer Arten im Verhältniss zu dem Gesamtumfang der Grundfläche ist mit Ausnahme des Kaplandes unter allen Floren der alten Welt im Monsungebiete die grösste. Nach einer freilich noch sehr unbestimmten Schätzung⁶⁰⁾ dürfte die indische Flora gegen 20000 einheimische Arten zählen, von denen vielleicht kaum ein Viertel auch noch auf andere Länder übergehen mag. Der Umfang des Monsungebiets beträgt etwa 150000 g. Quadrat-

meilen und steht um die Hälfte dem tropischen Amerika und um ebenso viel dem tropischen Afrika nach. Der Endemismus, nach dem Verhältniss der eigenthümlichen Arten zu der Grösse der Kontinente beurtheilt, scheint im tropischen Amerika nicht erheblich von dem des Monsungebiets abzuweichen und übertrifft in beiden Fällen den der gemässigten Zonen. Das entgegengesetzte Verhältniss finden wir in Afrika, wo die Kapflora bei Weitem reicher ist, als ein tropisches Areal von gleicher Grösse.

Allein die Vertheilung der Vegetationscentren ist im tropischen Asien völlig verschieden von der des tropischen Amerikas. In beiden Kontinenten steht die durch das Relief bedingte Mannigfaltigkeit der klimatischen Bedingungen mit dem Reichthum der organischen Bildungen in nächster Beziehung, aber, da die Wanderung der Pflanzen durch den kontinentalen Zusammenhang am meisten befördert wird, so haben sich die ursprünglichen Centren in dem indischen Archipel weit mehr gesondert erhalten, als in Südamerika. So findet Miquel⁶¹⁾, dass von den Gewächsen Sumatras beinahe die Hälfte (46 Procent) bis jetzt in Java nicht gefunden worden ist. Eine ähnliche Absonderung endemischer Pflanzen ist im tropischen Amerika nur von Cuba bekannt. Auf den beiden indischen Halbinseln dagegen und namentlich in Hindostan sind die Wohngebiete der einzelnen Arten weit grösser, als sie in Südamerika zu sein pflegen, wo das Klima durch das Relief des Bodens und durch die Lage zu beiden Seiten des Aequators zu bestimmteren Abschnitten gegliedert ist. Die Räume, welche in Ostindien ähnliche Klimate trennen, sind minder gross und konnten daher durch die Pflanzenwanderung leichter überschritten werden.

Die Mannigfaltigkeit der Arten ist im tropischen Asien auf engeren Räumen selten so bedeutend, wie man aus ihrer Mischung in weiten Wohngebieten und aus dem Reichthum der ganzen Flora schliessen möchte, Allein dies scheint ein allgemeiner Unterschied der tropischen von den pflanzenreicheren Gegenden der gemässigten Zonen zu sein und mit der überwiegenden Anzahl der Holzgewächse in Verbindung zu stehen, deren Raumbedürfniss doch zu gross ist, als dass es durch den gemischten Baumschlag und durch die mannigfaltigeren Epiphyten ausgeglichen würde. Hooker meint, dass vielleicht mit Ausnahme des Khasia und einiger anderer Gebirgsland-

schaften keine Gegend von 4 g. Meilen Durchmesser im kontinentalen Indien vorhanden sei, wo 2000 verschiedene Phanerogamen vorkämen, was nach Massgabe von Sumatra⁶¹⁾ auch für den bewaldeten Archipel zutreffen dürfte. Für die reichste Gegend Indiens hält er Assam, insofern hier die Vegetation des Himalaja, des Khasia und Bengalens zusammentrifft. Die dürren Landschaften sind natürlich noch viel ärmer, als die feuchten Klimate: Thomson nimmt an, dass auf einem gleich grossen Areal von 4 g. Meilen Durchmesser im Punjab nicht 500 Arten vorhanden sind, und unter diesen bestehe die Mehrzahl aus einjährigen Kräutern, die nur in der Regenzeit erscheinen. Ueberall sind die Ebenen Hindostans und auch die Hügel-landschaften pflanzenarm und würden es noch mehr sein, wenn nicht eben während der Regenperiode die Kräuter und Stauden sich so massenhaft entwickelten, die indessen über ganz Indien und bis hinauf in die Gebirgsregionen nur wenig Verschiedenheit zeigen (z. B. kleine Formen von Leguminosen, Scrophularineen, Acanthaceen). Ebenso ist aus höheren Breiten in diese Ebenen eine beträchtliche Anzahl von Pflanzen eingewandert, welche die Wintercerealien begleiten und in den kälteren Monaten mit diesen zur Blüthe kommen. Alle diese Gewächse können zum Schmuck der Landschaft nicht dienen, und Hooker ist der Meinung, dass »überhaupt in wenigen Ländern der Erde die Vegetation so wenig schön sei und so kurze Zeit in Blüthe stehe«, wie in den Ebenen Hindostans.

Da nun aber nicht bloss das Tiefland über einen grossen Raum sich gleichmässig ausdehnt, sondern auch die Gebirge einförmig gebaut sind, so fehlt es in Ostindien durchaus an Pflanzen von engen Verbreitungsbezirken. Hier lassen sich die Vegetationscentren fast nirgends mehr nachweisen: denn auch solche Gegenden, wie der Khasia und einzelne Theile des Himalaja, verdanken ihren Pflanzenreichthum grossentheils der Verschiedenheit der Standorte, die auf engem Raume zusammengedrängt sind, während die meisten Arten sich zugleich in weite Fernen verbreiten konnten, wo sie ähnliche Bedingungen des Vorkommens wiederfanden. Einige Beispiele werden angeführt, dass selbst Bäume entfernten Gebirgslandschaften gemeinsam sind: so soll der Rasamala Javas (*Altingia*) auch in Assam vorkommen, mehrere Eichen jener Insel auch am Khasia. Indessen scheinen kleinere Gebirge von besonderem Bau, wie eben der Khasia

und die Nielgherries, manches Eigenthümliche zu besitzen. Wenn aber im Allgemeinen auch die Gebirgslandschaften in den weiten Verbreitungsbezirken ihrer Pflanzen dem Tieflande ähnlich sind, so leisten doch die Niveaugrenzen, die jede Art einschliessen, der Absonderung der Centren einen grösseren Vorschub. Dies ist eine einfache Folge davon, dass in Indien die Verbreitung der Pflanzen auf dem Festlande fast nur klimatischen Bedingungen unterworfen ist und erst auf dem Archipel den mechanischen Einflüssen eine grössere Bedeutung zukommt. Indessen wird bemerkt, dass die Absonderung der Gebirgsfloren von denen der Ebene nicht immer klimatisch zu erklären sei. Gewisse Familien und Pflanzenformen sind auf den geeigneten Boden eingeschränkt und finden sich tief abwärts in der tropischen Region des Himalaja und der Ghauts (von 2000 bis 3000 Fuss), ohne das Tiefland selbst zu berühren, was doch wohl von der Art der Bewässerung oder der verschiedenen Bildung der Erdkrume abhängt. Unter den Beispielen wird namentlich auf die Nadelhölzer (*Pinus longifolia*) und auf die Lorbeerform hingewiesen, auf die Magnoliaceen, Ternstroemiaceen, Laurineen und Rhododendren.

Der bedeutendste Unterschied zwischen dem Festlande und dem Archipel besteht darin, dass hier die einzelnen Inseln und besonders die grösseren ihre abgesonderten Vegetationscentren behauptet haben. Dies lässt sich schon in Ceylon erkennen und in weit umfassenderer Weise auf den grossen Sunda-Inseln, von denen freilich Borneo und Celebes noch wenig bekannt sind, sodann auch auf den Molukken und Philippinen, deren Vergleichung indessen ebenfalls umfassenderer Forschungen bedürftig ist. Alle diese durch Centren eigenthümlicher organischer Bildungen ausgezeichneten Inseln sind vulkanischen Ursprungs oder haben doch erst in der gegenwärtigen Erdperiode ihren Küstenumriss durch fortdauernde Hebungen ausgebildet. Borneo und Neu-Guinea, die beiden grössten Inseln der Erde, werden von Halbkreisen thätiger Vulkanreihen umgeben, an welche sich dann die Senkungsgebiete der Koralleninseln in der Südsee anschliessen. So weit die vulkanische Thätigkeit reicht oder an den Küsten sich gehobene Korallenbänke zeigen, finden wir Vegetationscentren, die zwar sämmtlich mit dem Charakter der indischen Flora übereinstimmen, aber doch an den endemischen Pflanzen der

einzelnen Inseln von Sumatra und Java bis Neu-Guinea kenntlich sind. Auf den in der Senkung begriffenen Inseln der Südsee ist die Flora dagegen sehr arm an endemischen Erzeugnissen und grösstentheils von Asien aus eingewandert. Ueber Neu-Guinea und Neu-Irland hinaus sind im stillen Meere im entschiedensten Gegensatz gegen die Sandwich-Gruppe und Neu-Kaledonien, wo die indische Vegetation ihr Ziel findet, selbständige Centren endemischer Gewächse nur spärlich nachgewiesen. Dass die Flora der tropischen Korallen-Archipele eine eingewanderte sei und sich nicht von ihnen aus erst nach Asien verbreitet hat, geht aus dem geringen Verhältniss der Arten zu den Gattungen hervor, aus einem Gesetze, welches von Hooker bei seiner Untersuchung des Galapagos zuerst ermittelt wurde⁶²⁾. Hiernach ist nicht anzunehmen, dass das Mass dieser Senkungen, die Darwin⁶³⁾ aus den Korallenbildungen nachwies, so bedeutend war, um ganze Kontinente zu zerstören, von deren organischen Schöpfungen doch Ueberreste sich erhalten haben würden. Mit dem Umfange gehobenen Landes wächst auf den Sunda-Inseln die Fülle eigenthümlicher Erzeugnisse.

Die Vertheilung der Organismen im indischen Archipel enthält noch ein anderes Problem, eins der merkwürdigsten auf dem dunklen Gebiete der Vegetationscentren. Während die Flora überall, mit Ausnahme der Gruppe von Timor, indisch ist, der Vegetationscharakter Neu-Guineas durchaus dem von Borneo gleicht und also durch klimatische Bedingungen geregelt wird, erscheint die Anordnung der Thiere einem ganz verschiedenen, von Wallace¹⁾ nachgewiesenen Verhältniss unterworfen. Die Grenzen bestimmter Thierformen, wie der australischen Beutelthiere, werden durch die Tiefe des Meers bestimmt, welches die Inseln von einander absondert. Eine Linie tiefen Seegrundes durch die Macassarstrasse zwischen Borneo und Celebes, im Osten von Java zwischen Bali und Lombok und im Norden zwischen den Molukken und Philippinen fortgesetzt, trennt die indische von der australischen Fauna, ohne dass irgend ein anderer physischer Einfluss zu erkennen wäre. Denkt man sich beide Gebiete um 600 Fuss gehoben, so würde das indische mit dem asiatischen Festlande verbunden sein, und ebenso steht Neu-Guinea durch die seichte australische Bank mit Neuholland in untermeerischem Zusammenhang.

Die Grenzen bestimmter Pflanzen- und Thierformen fallen demnach im indischen Archipel nicht zusammen. Die Vegetation entspricht dem Gesetz der klimatischen, die Fauna dem der räumlichen Analogieen. Ein weiter Spielraum zu Spekulationen über die Erdgeschichte ist hier geöffnet. Durch eine blosse Senkung des Bodens von geringfügigem Betrage erklärt der Darwinismus den Ursprung der Faunen auf diesen Inseln mit Leichtigkeit, nicht aber den indischen Charakter der Flora von Neu-Guinea, die weit bedeutendere Hebungen als der Ursprung der Faunen voraussetzt, geeignet, äquatoriale Regenzeiten zu erzeugen. Diese Hypothese lässt die endemischen Beutelthiere Neu-Guineas nach erfolgter Bildung der Torresstrasse aus den australischen hervorgehen, aber sie giebt keinen Aufschluss, wie die eigenthümlichen Palmen Neu-Guineas aus verwandten indischen Gattungen entstehen konnten. Mit grösserem Rechte kann man eine andere, jedoch ebenso wenig durch Thatsachen näher begründete Vermuthung aussprechen, die von der verschiedenen Stellung der Pflanzen und Thiere zur Aussenwelt ausgeht. Nach ihrer Organisation sind die ersteren vom Klima abhängiger, die letzteren von der Vegetation, die ihnen zur Nahrung dient. Wird ein Meeresgrund in Festland verwandelt, so ist dessen Klima (abgesehen von der geographischen Lage) durch die Gestalt der Küsten und das Relief des Bodens bestimmt. Aeussern sich nun schöpferische Kräfte, so werden die Formen der Vegetation sich dem Klima anpassen. Dem heutigen Klima entsprechen sie, wie überall, so auch vom malayischen Kontinent bis zu den Inseln der Südsee. Nehmen wir aber an, dass in einer früheren Periode der östliche Theil des Archipels seine Gebirge noch nicht besass und mit Australien verbunden war, so mochte das australische Klima bis zum Archipel reichen und mit der Aenderung des Klimas musste auch die damalige Vegetation verschwinden. Eine neue Flora entstand, aber in der Fauna, die vom Klima unabhängiger ist, konnte sich der fröhliche Typus länger erhalten. Vielleicht ist die jetzige Periode als ein Zustand zu betrachten, wo die australischen Thierformen Neu-Guineas im Aussterben begriffen sind, weil die Junglewälder ihrer Ernährung nicht entsprechen. Es hat den Anschein, dass nur in gewissen Zeitpunkten die schöpferische Thätigkeit auf gewissen Punkten der Erdoberfläche erwacht, und dass in den langen Pausen die Natur nur das

Bestehende in seinen Kämpfen zu erhalten bestrebt ist. Die Vegetation darf stets als den Thieren, die sie ernährt, in der geologischen Entwicklung vorausgehend betrachtet werden. Während der Zeit, seitdem die Gebirge und das feuchte Klima von Neu-Guinea sich ausbildeten, hat keine Schöpfung neuer Säugethiere stattgefunden. Nur wenige Marsupialien und fast keine andere Mammalien sind auf dieser grossen Insel aufgefunden⁶⁴⁾. Aber in anderen Thierklassen entstanden bereits, der heutigen Vegetation entsprechende Formen, wie die Paradiesvögel, die in Australien unbekannt sind, und die in Neu-Guinea die Baumgipfel des Waldes umschweben, während der Mittagssonne sich in ihrem Laube verbergen. Auch die Mollusken sollen nach Jukes⁶⁾ die Torresstrasse nicht überschreiten. Indem dieser Naturforscher durch seine Untersuchung des Barrière-Riffs die von Darwin erkannte Senkung Australiens bestätigt fand, folgte er hieraus, dass Neu-Guinea ehemals mit diesem Kontinent zusammenhing, und dass erst nach erfolgter Absonderung die Mollusken sich längs der neu entstandenen Küstenlinien ausbreiteten, an der Guinea-Küste der Molukken-Typus, gegenüber die australischen Arten. Schon in der Tertiärzeit war der heutige Organisationstypus Neuhollands ausgeprägt, viel späteren Ursprungs scheinen die endemischen Pflanzen und Thiere Neu-Guineas zu sein.

In der indischen Flora sind fast alle Pflanzenfamilien der Erde vertreten, und zwar, wie es unter den Tropen gewöhnlich, in einer gleichmässigeren Vertheilung, als in den gemässigten Zonen. Oft sind die Gattungen artenreich, aber nicht in gleichem Masse einzelne der vorherrschenden Familien, deren Umfang in einem gewissen Gleichgewichte steht. Im Monsungebiete sind ebenso, wie in Westindien, die Leguminosen, Rubiaceen und Orchideen die grössten Familien: zahlreicher, als dort, sind die Urticeen, ärmer die Synanthereen. Die Abnahme der Gramineen und die Zunahme der Orchideen unterscheidet die Tropenländer Asiens und Amerikas von denen Afrikas. Nur wenige Gruppen sind der indischen Flora eigenthümlich oder stärker, als anderswo vertreten, und auch diese sind nur von geringem Umfang. Die Aurantiaceen und die Dipterokarpeen scheinen fast sämmtlich aus Indien zu stammen, die Balsamineen grösstentheils. Zu der Gruppe der Aurantiaceen gehören nur etwa 60 bekannte Arten, von denen einige sich bis China oder zu den

Südseeinseln verbreiten: wenige wurden im tropischen Australien oder in Afrika aufgefunden, ohne in Asien bemerkt zu sein. Von Dipterokarpeen kennt man bereits über 100 Arten, unter denen nur eine senegambisch, alle übrigen auf das tropische Asien beschränkt sind (zwei Gattungen auf Ceylon, eine auf Borneo). Von 140 Balsamineen wachsen nur 5 in der nördlichen gemässigten Zone, 20 in Afrika und Madagaskar, alle übrigen im tropischen Asien und fast nur auf dem Festlande. Die übrigen Familien, deren Verbreitungscentrum indisch ist, haben ebenfalls einen verhältnissmässig geringen Umfang: es sind die Cyrtandraceen, Ebenaceen, Jasmineen und Myristiceen.

Die Reihenfolge der vorherrschenden Familien wird in den trockenen und feuchten Klimaten höchst ungleich sein, ist aber für die ersteren noch nicht festzustellen. Miquel hat in seiner Flora des Archipels⁶⁵ den Reichthum jeder Familie angegeben. Nach seiner Uebersicht, die für die feuchtwarme, bewaldete Aequatorialzone als massgebend betrachtet werden kann, die Farne indessen nicht berücksichtigt, stelle ich hier diejenigen Familien (nach Procenten der Gesamtsumme der Phanerogamen) zusammen, welche in seiner Flora über 200 Arten enthalten: Leguminosen und Orchideen (fast 7 Procent); Rubiaceen (6—7); Urticeen (5); Gramineen (fast 5); Acanthaceen, Synanthereen und Cyperaceen (fast 3); Euphorbiaceen, Laurineen, Palmen, Melastomaceen und Myrtaceen (2—3).

Die nicht endemischen Bestandtheile der indischen Flora ordnen sich nach dem geographischen Zusammenhange mit den Nachbarländern. Die Lage des Himalaja ausserhalb des Wendekreises begünstigt die Einwanderung der Gewächse aus Nordasien und Europa. Durch einen allmäligen klimatischen Uebergang steht das nordwestliche Hindostan mit der Steppen- und Wüstenflora in Verbindung, durch die Regelmässigkeit der Jahreszeiten verknüpft sich Indien mit China. In allen diesen Fällen konnte ein Austausch der Pflanzen in der einen oder anderen Richtung erfolgen, ohne dass mechanische Hindernisse ihrer Wanderung entgegen standen.

Entfernter sind schon die Beziehungen zu dem tropischen Australien, aber, da der Küstenabstand gering ist, kann es nicht

befremden, dass eine beträchtliche Anzahl indischer Gewächse in die Flora jenes Kontinents aufgenommen ist. Die Uebereinstimmung würde noch grösser sein, wenn das australische Klima nicht so eigenthümlich von dem der meisten nahe gelegenen Inseln des Archipels abwicke.

Auch zwischen dem afrikanischen Sudan und Ostindien besteht eine enge Verwandtschaft der Floren, die doch durch die Breite des indischen Meers von einander getrennt sind. Aber diese Verwandtschaft spricht sich vorzüglich durch eine gewisse Aehnlichkeit der Physiognomie und der Pflanzenformen beider Länder aus, die aus den klimatischen Analogieen ihrer Tafelländer leicht erklärlich ist, nicht aber so sehr durch den natürlichen Austausch der Vegetation. Denn wenn man aus der grossen Reihe gemeinsamer Arten die Begleiter der Kulturgewächse ausschliesst, die meist von Asien nach Afrika verpflanzt wurden, sodann diejenigen Pflanzen, die, wie die Succulenten, durch die arabischen und persischen Küstländer in unmittelbarer Verbindung stehen, so sind die übrigen, deren Wanderung schwieriger zu deuten wäre, wie bei Sudan näher gezeigt werden wird, von geringer Bedeutung.

Merkwürdiger ist eine andere Thatsache, die Hooker aus den Sammlungen Low's vom Kina-Balu in Borneo nachgewiesen hat⁶⁶). In bedeutender Meereshöhe (bei 8000 Fuss) treten hier Gattungen der Südhemisphäre auf, die übrigens in Indien unbekannt sind, eine Conifere (*Phyllocladus*), eine Magnoliacee (*Drimys*) und eine Thymelaeae (*Daphnobryon*). Sie sind sämmtlich auch in Neuseeland vertreten: das Wohngebiet von *Drimys* umfasst die kälteren Gegenden der Südhemisphäre von Amerika bis Australien, die beiden anderen Gattungen bewohnen ausser Borneo nur Neuseeland und Tasmanien, aber auch hier vorzugsweise die Gebirgsregionen. Uebrigens fehlt es an ähnlichen oder doch vergleichbaren Erscheinungen auf den Gebirgen auch der übrigen Sunda-Inseln nicht. So sind auf Java und noch entschiedener auf Sumatra⁶⁵) die Leptospermen (*L. floribundum*) und die Epakrideen (*Leucopogon*) Neuhollands vertreten: hier ist diese Wiederkehr gleicher Gattungen in weiten Fernen nur weniger auffallend, als am Kina-Balu, weil auf den Inseln des Archipels australische Typen, Myrtaceen und Casuarinen, an geeigneten Standorten allgemeiner vorkommen. Aber nicht eine

Wanderung nach dem Kina-Balu ist hier zu erklären, da die Arten jener Gattungen von den neuseeländischen verschieden und endemisch sind, sondern nur das Verhältniss, dass unter ähnlichen klimatischen Bedingungen Organisationen von eigenthümlichem Bau sich wiederholen, deren einzelne Arten durch weite Zwischenräume getrennt sind. Diese Erscheinung scheint dem Gesetze zu widersprechen, dass die Organisationen um so ähnlicher werden, je mehr die Centren, wo sie entstanden, geographisch genähert sind. Man kann das Wohngebiet vieler Gattungen mit Kreisen oder anderen geometrischen Figuren vergleichen, in deren Mitte die einzelnen Arten sich anhäufen, und an deren Peripherie sie aufhören. Allein diese Kreise sind von ungleicher Grösse, sie können auf einen kleinen Archipel beschränkt sein und in anderen Fällen fast die ganze Erde umspannen, und dann ist im Inneren die Vertheilung der einzelnen Centren von klimatischen Einflüssen abhängig, wie die Gebirge Neuseelands und Borneos durch die Gleichmässigkeit niedriger Temperaturgrade im grössten Theile des Jahrs verknüpft erscheinen. Seltener sind schon die Fälle, wo eine Gattung über beide Hemisphären reicht, weil die südliche vor der nördlichen die überwiegende Entfaltung des Seeklimas voraus hat. Hier können am leichtesten Berührungspunkte auf äquatorialen Gebirgen vorkommen: so eben in Borneo, wo jene Gattungen höherer südlicher mit den Rhododendren nördlicher Breiten sich begegnen. Die Verbreitung der Rhododendren aber ist noch viel ausgedehnter, weil dieser Gattung eine bei den einzelnen Arten so ungleiche Verkürzungsfähigkeit der Entwicklungsperiode eigenthümlich ist. Von Lappland und der arktischen Zone ausgehend, findet sie erst jenseits des Aequators in Java ihr Ziel, wie *Drimys* von der Magellansstrasse aus am Kina-Balu.

VII.

S a h a r a.

Klima. Die Sahara ist das Gebiet der ungehemmt herrschenden Passatströmung, eine nach Nordosten geöffnete, in einem durchschnittlichen Niveau von 1500 Fuss ausgebreitete Hochfläche, wo aus der dampfleeeren Atmosphäre fast niemals Niederschläge fallen, wo die Thalschluchten, die Wadis, trocken liegen und nur unterirdisches Wasser führen, und wo die Verwitterung des Felsbodens keine Alluvionen erzeugt hat, sondern bald sandige Erdkrumen ohne Humus, bald nackte Steinwüsten ohne Erdkrume mit einander wechseln. Dass aber die Wasserlosigkeit der Oberfläche nicht aus dem geologischen Bau Nordafrikas, sondern aus den Bewegungen der Atmosphäre zu erklären sei, geht am deutlichsten aus den Verhältnissen an der Südgrenze der Wüste gegen Sudan hervor, wo die tropischen Sommerregen gerade so weit reichen, wie der Passatwind in dieser Jahreszeit von äquatorialen Luftströmungen unterbrochen wird, ohne dass die Gestaltung und Mischung des Erdbodens sich ändert. In den unermesslichen Ebenen, die vom Nil durchströmt werden, verlässt dieser Strom die Zone der tropischen Regen beim Einfluss des Atbara (18° N. B.). Die Regengrenze entspricht den zu dieser Zeit wehenden Südwinden, die dem stromabwärts das ganze Jahr hindurch herrschenden Nordpassat hier begegnen, und gerade hier geht die Wüste allmählig in Savanen über ¹⁾, die im Sommer mit dichtem Grase bewachsen sind. Ebenso reicht die üppige Baumvegetation Sudans bis zur Gebirgsoase der im Meridian von Tunis gelegenen Landschaft Air [18° N. B.] ²⁾, wo der Boden felsig ist, wie in der Sahara, aber südliche Winde Regen bringen.

Die wüste Wendekreiszone des nördlichen Afrikas verhält sich also übereinstimmend mit denjenigen Breiten des Oceans, wo der Passatwind ununterbrochen weht und der Wasserdampf, von dieser in ihrer Bewegung sich erwärmenden Luftströmung aufgenommen, dem heissesten Erdgürtel zugeführt wird, ohne sich zu Wolken zu verdichten³⁾. Allein bei dieser Auffassung begegnet man Schwierigkeiten, die zu abweichenden Ansichten über den regenlosen Charakter der Sahara geführt haben. Wie soll, könnte man fragen, die Luft nach Süden, nach Sudan als Passatwind strömen, da unter dem heiteren oder nur durch Wüstenstaub getrübbten Himmel der nackte Erdboden der Sahara durch die Sonnengluth stärker erhitzt wird, als irgendwo sonst, und der Passat doch nur eine Bewegung von kälteren zu wärmeren Gegenden ist? Auf diesen Einwurf gründet sich die Meinung Humboldt's⁴⁾, der die Regenlosigkeit der Wüste von dem wärmestrahrenden Sande ableitet, von dem »heisse Luftsäulen überall aufwärts steigen und das Gewölk auflösen«. Aber dieselben Ursachen, durch welche die Wärme zum Uebermass gesteigert wird, so lange die Sonne am Himmel steht, bewirken auch eine nicht minder excessive Abkühlung während der Nacht. Störungen der Windesrichtung werden durch diese grossen Variationen hervorgerufen, aber die allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre beruhen in der tropischen Zone auf den Mittelwärmern, die eine Folge der Solstitialbewegung sind. Diese aber liegen in dem heissen Wüstengürtel Afrikas in der That tiefer⁵⁾, als in Sudan, ihre Zunahme erzeugt auch hier den trockensten Passatwind, dessen Richtung den äquatorialen Wärmecentren des Continents zugewendet ist.

Ein anderes Bedenken kann man aus den Beobachtungen über die Winde der Sahara selbst schöpfen. Die bestätigenden Angaben will ich voranstellen. Im Nilthale herrschen von Kairo bis zum Südrande der nubischen Wüste die Nordwinde das ganze Jahr⁶⁾. Im Westen, im Meridian von Timbaktu, traf Caillé unablässig wehende Ostwinde während des Sommers, und im Winter, als Panet⁷⁾ von Senegambien nach Marokko reiste, herrschten ebenfalls noch näher der Westküste (20° N. B.) nordöstliche und östliche Winde. Diese sind es, die fern in das atlantische Meer den Wüstenstaub tragen und ihn zuweilen auf die vortübersegelnden Schiffe niederfallen lassen.

Solche Thatsachen lassen daher auf die Ausbreitung des Passats über die ganze Breite des Kontinents, auf einen Zusammenhang mit den allgemeinen Luftströmungen tropischer Meere schliessen. Auch kann dagegen nicht der Sirocco, der heisse und trockene Süd- und Südwestwind der Sahara geltend gemacht werden, da er nur vorübergehend auftritt⁸⁾. Dieser Wind, der immer doch nur als eine seltene Erscheinung den Einfluss der Sahara auf den Süden Europas fühlbar macht, ist, seinem Ursprunge getreu, in der That trocken und scheint nur irrthümlich in Italien für feucht gehalten zu sein, indem der Staub, den er von Afrika herüberträgt, den heiteren Himmel trüben kann und der Unkundige diese Trübung mit Nebelbildungen verwechselt. Man kann den Sirocco mit den Gegenströmungen vergleichen, die im Wassersturz einer Stromschnelle entstehen, es ist ein Wirbel des Passats in grossen Verhältnissen. Wenn daher auf den Reisen in der Sahara von Südwinden die Rede ist, darf man meist an den Sirocco denken. Aber auch im Kleinen können durch die mannigfaltige Einwirkung der Thalschluchten wechselnde Winde entstehen, Winde der verschiedensten Himmelsrichtung, wie die Thal- und Höhenwinde im Gebirge, aber südliche Luftströmungen dieser Art besitzen ein weniger eigenthümliches, physisches Gepräge, als wenn der Sirocco in grossen Bahnen versengend und zerstörend auftritt. Die topographische Unregelmässigkeit, die der Gestaltung der Oberfläche in gewissen Theilen der Sahara eigen ist, kann ebenfalls zu Abweichungen der Windesrichtung führen, ohne dass das ganze Triebwerk der Atmosphäre in Mitleidenschaft gezogen ist. So sind die in der algerischen Sahara herrschenden Luftströmungen zu erklären, die wesentlich von denen im Osten und Westen der Sahara abweichen. Hier bekämpfen sich nordwestliche und südliche Winde, wobei aber die ersteren überwiegen, wie aus dem Bau der Dünen hervorgeht, die in ihrem Inneren die ursprüngliche Schichtung bewahren, an der Aussenseite beweglich sind. Da der Nordwest schon in Ghadames⁹⁾ (30° N. B.) dem Ostpassat begegnet, so kann man die algerischen Winde nur als eine örtliche Erscheinung betrachten, als eine theils durch die Richtung der Küste und des Atlas, theils durch den tiefen westöstlichen Thaleinschnitt der kleinen Syrte (des Golfs von Gabes) bewirkte Ablenkung der allgemeinen atmosphärischen Bewegung. Dieses heisse, mit Sanddünen erfüllte Syrtenenthal,

welches zum Theil unter dem Spiegel des Mittelmeers liegt¹¹⁾ und den Atlas wie eine Gebirgsinsel von der grossen Hochfläche der Sahara scheidet, aspirirt die Luft von beiden Seiten. Bis hierher reicht sowohl der Nordwest der Küste von Algier als der Südost, der von Ghadames kommt, und beide können daher als Ablenkungen des Passats aufgefasst werden. Der erstere entspricht seinem ähnlichen Ursprunge nach dem Mistral der Provence, der letztere gilt als Sirokko, von dem er sich jedoch durch längere Dauer und durch eine eigenthümliche Entstehungsweise unterscheidet.

Aus welcher Himmelsrichtung aber auch der Wind in der Sahara wehen möge, keine Feuchtigkeit kann er herbeiführen, wenn er aus der Wüste selbst kommt. Dazu ist der Dampfgehalt der Atmosphäre über ihrer Oberfläche zu geringfügig. Nirgends auf der Erde hat man die Luft trockener gefunden als hier¹²⁾, und zwar dauernd und allgemein. Es ist einer besonderen Erwägung werth, wie es zugeht, dass das mittelländische Meer, dessen Umfang Humboldt auf ein Drittel der Sahara schätzt, dieser so wenig von dem Dampfe mittheilt, den eine so grosse Wasserfläche entwickelt. Im Nordwesten ist es der Atlas, der die Feuchtigkeit der Atmosphäre entzieht, zwischen Tunis und Tripoli, wo die Küste ganz flach ist, wehen keine Seewinde landeinwärts, weiterhin nach Osten wirken die Höhenzüge in dem fruchtbaren Litoral von Cyrene. Nur das Nilthal lässt dem Nordwinde des Mittelmeers freien Spielraum, und gerade hier wächst auch der Dampfgehalt der Atmosphäre beträchtlich¹³⁾. Eine allgemeinere Ursache der Trockenheit der Sahara aber liegt darin, dass der Passat im Innern vorherrschend aus Osten, also nicht vom Mittelmeer kommt, sondern den Einfluss der asiatischen Hochländer, Arabiens und endlich der afrikanischen Wüste selbst erfährt, wo die wasserlose Oberfläche nichts zu dem Dampfgehalt der Atmosphäre beiträgt. Alle diese Gegenden sind schon als Hochflächen trocken, und da die asiatischen in einem höherem Niveau liegen, als die afrikanischen, so empfangen die letzteren von jenen um so weniger Feuchtigkeit, als der Wasserdampf der Atmosphäre mit der Höhe abnimmt.

Wie kann nun bei solcher Trockenheit der Luft und des Bodens überhaupt nur organisches Leben bestehen, das doch auch der Wüste nicht ganz entzogen ist? woher stammt das Wasser, dessen es

bedarf, aus welchen Vorräthen nähren sich die Quellen, die das Grün der Oasen erzeugen? Dies sind Fragen, bei denen nicht bloss die Atmosphäre und der Wechsel der Jahreszeiten, sondern auch der geologische Bau der Sahara und die Gestaltung ihrer Oberfläche in Betracht zu ziehen sind. Wird die Wüste als wasser- und regenlos bezeichnet, so ist dies so zu verstehen, dass, abgesehen von dem sie durchströmenden Nil und von einigen Salzseen an ihrer Nordgrenze, in der That nirgends ein dauernder Wasserspiegel sich erhält. Auch der Regen kann mehrere Jahre hindurch, selbst in Aegypten, ganz ausbleiben, aber dann fallen einmal einige Tropfen, oder in anderen Gegenden erfolgt auch wohl ein plötzliches Gewitterschauer, welches Stunden lang eine Thalschlucht mit Wasserfluthen füllt und oft in geringer Entfernung nicht bemerkt wird. Solche Gewitter kann man als eine plötzliche Gegenströmung aus den oberen in die unteren Schichten der Atmosphäre auffassen, wenn durch übermässige Erhitzung des Bodens die aufsteigende Luft den Raum in der Tiefe entleert und das Gleichgewicht der sonst ruhig über einander hingleitenden, oberen und unteren Passate gestört ist. Wie selten auch die Bedingungen der Gewitterbildung, die fast immer Gegensätze der Erwärmung auf beschränkter Räumlichkeit voraussetzen, in der Sahara, auf einer so ebenmässig gebildeten Hochfläche eintreten mögen, sie scheinen doch hier die einzige Ursache von den seltenen Regengüssen zu sein, deren Wasser daher aus den dampfreicheren oberen Luftschichten, aus dem von Sudan wehenden Antipassat abzuleiten ist. Sie kommen fast nur im Winter vor, wenn diese Windströmung in geringerer Höhe als im Sommer der aufsteigenden Luftsäule begegnet, und wenn die örtlichen Wärmeunterschiede grösser werden. Der Winter oder dessen Ausgang ist daher die Periode der vegetativen Entwicklung, in einem solchen Klima freilich nur in plötzlich erscheinendem Grün, in Spuren verstärkten Saftumtriebs oder in der Blütenentfaltung bemerkbar. Das Mass der Feuchtigkeit, welches diese Niederschläge liefern, ist höchst ungleich. Selbst an der Nordgrenze der Sahara, zu Kairo, beträgt die jährliche Regenmenge, die sich auf 12 Tage vertheilt, nur etwa $1\frac{1}{4}$ Zoll¹⁴⁾. So leichte Schauer sind gleichsam die Keime eines Gewitters, welches nicht zur Ausbildung gelangt. Regengüsse dagegen, die ein Wadi mit Wasser zu füllen vermögen, kommen nur

an einzelnen Orten und auch dann nur sehr selten vor: dies ereignete sich im Süden der algerischen Sahara nur ein einziges Mal in einem Zeitraum von 6—7 Jahren¹⁵⁾, und in andern Gegenden hat man noch weit längere regenlose Perioden erlebt.

Einen deutlichen Einfluss auf die Stärke der Niederschläge hat ferner die Nachbarschaft von hohen Gebirgsketten, die nicht bloss selbst im Winter, wenn der Antipassat sie berührt, auch an der der Wüste zugewendeten Abdachung eine Regenzeit entwickeln, sondern auch ihre Wolken weiterhin verbreiten können. Dies zeigt sich zunächst am Atlas, der in Marokko die Linie des ewigen Schnees erreichen soll¹⁶⁾ und durch seine Erhebung auch auf die Umgebungen befeuchtend einwirkt. Hiedurch erklärt sich, dass es am südlichen Fusse dieses Gebirgs in der algerischen Sahara, da wo die Vegetation der Wüste schon vollständig ausgebildet ist, gegen Ende des Winters regelmässig, wenn auch nur wenig regnet¹⁷⁾. Der Atlas ist zwar das einzige Randgebirge der Sahara, welches in Ketten gegliedert und hoch genug ist, um solche Wirkungen hervorzubringen, aber im Inneren der Wüste, am Wendekreise, erhebt sich eine von Europäern noch nicht erreichte Berggruppe, Ahaggar genannt, die für die Bewässerung der Nachbarlandschaften gleichfalls von bedeutendem Einflusse zu sein scheint. Dies ist der im Meridian der algerischen Sahara gelegene Hauptsitz der Tuaregs, ein Gebirge, welches nach den von Duveyrier¹⁸⁾ gesammelten Nachrichten die höchste Erhebung der Wüste bildet. Von hier aus senken sich die Wadis sowohl nach Norden zu den tief eingeschnittenen Oasen von Tuat und Algerien, wie südwärts zum Stromgebiet des Niger. Diese Angaben finden eine sichere Bestätigung durch Tristram¹⁹⁾, der in jener Gebirgsgruppe verfertigte Geräthe untersuchte, deren harzreiches Holz auf das Vorkommen von Coniferen schliessen liess. Man erzählte dem Reisenden, dass das Gebirge von Ahaggar von Pistacien und in den höheren Regionen von Nadelhölzern gut bewaldet sei, der Winter daselbst sei von strenger Kälte und werde in jedem Jahre von reichlichen Niederschlägen begleitet. Ein solcher zwiefacher Waldgürtel ist freilich nicht ohne eine regelmässige Regenzeit denkbar. Dass diese in den Winter fällt, entspricht der Lage des Gebirgs am Wendekreis, sowie auch die Bäume, wenn sie richtig gedeutet sind¹⁸⁾, dem Formenkreise des Atlas angehören. Es beruht demnach

die Bildung der Oasen. sofern deren Bewässerung von den Gebirgen abhängt, und damit die Bewohnbarkeit der Sahara überhaupt nicht bloss auf dem Atlas, sondern auch auf weiter entlegenen Hebungen des Bodens.

Die Wadis und Oasen sind nämlich nur verschiedene Formen der Thalbildung, gegliedert wie die Neben- und Hauptthäler eines Stromgebiets. Beide werden durch unterirdisches Wasser befeuchtet: wo die Quellenadern schwach sind oder tiefer im Boden liegen, entsteht die dürftige Vegetation des Wadi, wo das Wasser in grossen, der Verdunstung entzogenen Vorräthen sich sammelt, wird die Oasenkultur mit ihren Dattelwäldern möglich. Beide Bildungen sind Einschnitte in der unermesslichen Hochfläche, denen die Eingebornen die letztere als steinige Ebene, als Hammada, gegenüber stellen, wie auch Desor die Thäler als Erosionen in der Plateauwüste bezeichnet, die das Wasser in ihnen ausgefurcht hat. Zu solchen Wirkungen sind dem unter der Oberfläche strömenden Wasser durch die allgemeine Verbreitung von löslichen Bodenbestandtheilen, durch die Gyps- und Salzlager der Wüste reichlich die Bedingungen geboten. Sowohl die Wadis wie die Oasen finden sich über den ganzen Umfang der Sahara zerstreut, aber in wechselnden Abständen und in ungleicher Grösse. So giebt es nur bestimmte Wüstenstrassen, welche die Oasen verbinden und die kürzesten Wege über die quellenlose Hammada aufsuchen.

Die Frage nun, woher das unterirdische Wasser stammt, die einzige Quelle dauernder Erhaltung des organischen Lebens in der Wüste, ist nicht überall leicht zu beantworten, aber in gewissen Gegenden sicherem Verständniss zugänglich. Hier ist der Punkt, wo der geologische Bau der Sahara mit den klimatischen Bedingungen günstig zusammenwirkt. Wären an der Oberfläche oder in geringer Tiefe undurchdringliche Erd- und Felsschichten häufig, die dem einsinkenden Wasser der Niederschläge eine Schranke böten, so würde dasselbe sofort wieder in die trockene Atmosphäre durch Verdunstung entweichen. Aber der nackte Felsboden der Hammada ebenso, wie die grossen Sandanhäufungen in weiteren Thalmulden leiten jeden Zufluss in grössere Tiefen und schützen ihn vor den Strahlen der Sonne und der Trockenheit der Luft. Die Bergströme des Atlas, durch die Feuchtigkeit des atlantischen Meers gespeist, ergiessen

sich in Marokko²⁰⁾ südwärts in die Wüste, um hier in den Oasenthälern zu versiegen. Aber das Versiegen der Flütse in der Wüste beruht nicht bloss, wie man sich diese Erscheinung oft vorzustellen pflegt, auf der Verdunstung allein, sondern auch auf dem Einsinken in den Boden. Und da dieses einströmende Wasser nicht wieder in die Atmosphäre zurückkehrt oder doch erst vielleicht in weiter Entfernung als Quelle an die Oberfläche zurückgeleitet wird, der Zufuss hingegen aus dem Gebirge, so schwach er sein mag, doch unaufhörlich fortdauert, so müssen unter den tiefsten Depressionen der Wüste sich unermessliche Vorräthe ansammeln. So erklären sich die mannigfaltigen Erscheinungen des Wasserzuffusses in den Wüstenthälern im Süden des Atlas, wo bald nur ein feuchter Sandstreifen die Vegetation des Wadi ernährt, bald in den Oasen ein unterirdisches Quellenrohr zu Gebote steht, um die Pflanzungen zu bewässern, oder das Grundwasser in geringer Tiefe steht, so dass die Wurzeln der in künstlichen Gruben gepflanzten Dattelpalmen dasselbe erreichen, dann wiederum Brunnen vorkommen, aus denen das Wasser mühsam an die Oberfläche geschafft wird, oder endlich artesische Bohrungen einen unverhofften Segen unter den Bewohnern ausgeschüttet haben. Alle diese Verschiedenheiten, aus denen die Blüthe oder Armuth der Kultur entspringt, entsprechen den allgemeinen Gesetzen des Quellenbaus, der von der Vertheilung und dem Wechsel undurchdringlicher Schichten der Erdrinde bestimmt wird. Eine Beobachtung Tristram's²¹⁾ zu Laghuat in Algerien zeigt dies sehr anschaulich, wo ein das Wadi schneidender Basaltgang das unterirdische Wasser nöthigt nach aufwärts sich aufzustauen, wodurch denn die dortige Dattelpflanzung gespeist wird. Jede unterirdische Strömung setzt eine entsprechende Neigung der Schichten voraus, und hierin findet der Einfluss der Gebirge auf die Bewässerung der Oasen ihre Grenze.

Man kann sich wohl vorstellen, dass der ganze Westen der Sahara theils vom Atlas theils vom Ahaggar aus mit Quellwasser versorgt wird, und die Anordnung der Wadis und Oasen in ihrem Bereich spricht für dieses Verhältniss. Jedes Gewitterschauer in der Wüste selbst, so selten es auch vorkommen mag, trägt doch auch dazu bei, den unterirdischen Wasservorrath zu vermehren. Die Verluste, welche derselbe in den Oasen durch Verdunstung erleidet, sind

geringfügig und können nicht das einzige Mittel sein, hier ein Gleichgewicht herzustellen. In einigen Fällen staut sich das Wasser zuletzt zu einem Salzsee, um auf diesem Wege in die Atmosphäre zurückzukehren, in anderen hat man Grund, einen Zusammenhang des verborgenen Stromlaufs mit dem Meere zu vermuthen. Die grössere östliche Hälfte der Sahara vom Meridian von Tunis bis zum rothen Meer ist nun aber ohne Randgebirge: hier erhebt sich der Boden vom Mittelmeer aus nicht über das Niveau der innern Landschaften. Wie können nun hier Oasen entstehen? wie kann der Nordwind hier die Feuchtigkeit des Meers entladen, wo derselbe die Hochfläche hinauf in immer mehr erhitze Gegenden eintritt, wo die Winterregen auf die Küste eingeschränkt sind und in Aegypten nur bis Kairo reichen? In der That scheint die östliche Sahara weniger oasenreich und weniger bewohnt zu sein. Das grösste Oasensystem, das von Fezzan, wird noch von Westen aus bewässert. Aber die spärlichen Nachrichten, die wir bis jetzt über die libysche Wüste besitzen, beweisen doch, dass sie von Aegypten aus in den verschiedensten Richtungen durchreist werden kann, dass es daher auch hier an unterirdischem Wasser nicht ganz fehlt. Einigen Einfluss hat der Nil selbst, der einzige Fluss, der die tropischen Niederschläge Sudans in die Sahara einführt und daher die wichtigste Oase Nordafrikas, die ägyptische, in seinem eigenen Thale geschaffen hat. Merklich verringert sich die Wassermasse dieses Stroms, während er die Wüste durchschneidet, und nicht durch Verdunstung allein. Denn nach Russegger's²³⁾ Beobachtungen empfangen die westlich von Aegypten gelegenen Oasen ihr Grundwasser vom Nil, das über Thonschichten seitwärts zu ihnen hinabgleitet, indem sie einer Quellen führenden Thalsenkung entsprechen, welche tiefer als der Strom eingeschnitten ist und diesem parallel verläuft. Allein die übrigen Oasen der libyschen Sahara leitet dieser Reisende nur von atmosphärischer Thaubildung ab. Oft ist der Thau freilich der Sahara ganz abgesprochen. So erwähnt der jüngere Vogel²³⁾, dass er von Tripolis aus nur bis zum 30. Paralkreise Thau bemerkt habe, von da bis Mursuk nicht mehr, hier habe er den Thaupunkt oft nicht einmal bestimmen können. Indessen fand seine Reise im Sommer statt, und im Winter wird die stärkere nächtliche Abkühlung leichter Thau und Reif hervorbringen können. Auch ist, wie schon erwähnt wurde,

der Dampfgehalt im Nilthale grösser, als im Westen der Sahara, und so wird es sich wohl überall verhalten, wo der vom Mittelmeer kommende Passat keine Gebirgsketten getroffen hat. Wenn aber auch die Luft bei Tage sehr trocken ist, kann doch in der Nacht Thau entstehen, da die nächtliche Abkühlung durch den völlig klaren Himmel um so mehr verstärkt wird. Jeder Niederschlag, sei es Regen oder Thau, und sei die Menge noch so geringfügig, wird durch sein Einsickern in den Boden zu den unterirdischen Vorräthen beisteuern, und diese langsame Einwirkung mag in diesen östlichen Gebieten im Laufe der Zeit zur Speisung von Brunnen ausreichen. So reichliche Zuflüsse, wie in der algerischen Sahara, sind unter solchen Bedingungen freilich nicht zu erwarten. Vielmehr findet man auf den Karavanenstrassen durch die oasenlosen Theile der Sahara oft nur in weiten Entfernungen einzelne Wadis, in denen wenig brackisches Wasser zu erhalten und auch hierauf nicht immer zu rechnen ist. Ueber die ostägyptische Sahara zwischen dem Nil und dem rothen Meere bemerkt Schweinfurth ²⁴⁾, dass daselbst Thaubildungen nur in der Nähe der Küste und in geringem Umfange vorkommen, dass aber Thonlager und Gesteine, die das Wasser nicht durchlassen, die Feuchtigkeit in der Nähe der Oberfläche lange Zeit zurückhalten, die von den Höhen aus sich ansammelt, wo zuweilen gewaltige Güsse niederfallen.

Trägt nun auch die Erzeugung nächtlichen Thaus nur bis zu einem gewissen Grade dazu bei, die Verbindung zwischen entlegenen Oasen zu erleichtern oder auch nur möglich zu machen, so erscheinen die starken Variationen der Temperatur in der Sahara, die den Thau hervorbringen, doch als eine Wohlthat der Natur. Aber diesen mittelbaren Wirkungen stehen die grossen Nachtheile gegenüber, welche das organische Leben durch den beständigen Wechsel von Sonnengluth und nächtlicher Abkühlung und vom Unterschied der Jahreszeiten zu erleiden hat. Tropische Wärme und ein bis zum Frost gesteigertes Sinken der Temperatur, das sind Einflüsse, welche nur von wenigen Pflanzen ertragen werden. Hierauf nicht minder, als auf die Dürre des Bodens ist die Armuth der Flora zurückzuführen. In Sudan werden wir zwar auch einen in tropischen Ländern ungewöhnlichen Wechsel der Temperatur wiederfinden und in diesem Verhältniss also eine allgemeine Eigenthümlichkeit Afrikas

anzuerkennen haben, aber die Variation ist in der Wüste weit grösser²⁵⁾, der Frost in den südlichen Tiefländern unbekannt. Es dringen daher nur äusserst wenige Gewächse aus den ebenfalls trockenen Savanen Sudans in die Hochfläche der Sahara ein. Je mehr Wärme tropische Organisationen bedürfen, desto empfindlicher sind sie gegen das Uebermass des Temperaturwechsels. Grösser, als mit den Formen tropischer Vegetationsgebiete, ist hingegen die Uebereinstimmung der Sahara-Pflanzen mit denen der asiatischen Steppen und Südeuropas. Und so ist auch das Klima der Sahara dem Bewohner der gemässigten Zone zuträglicher, als das eigentliche Tropenklima. Nur in den Oasen entsteht mit der Feuchtigkeit auch die Malaria, auf der trockenen Hammada stärkt sich in der reinen Luft das Reactionsvermögen des Körpers und lässt die Beschwerden des Temperaturwechsels ertragen.

Vegetationsformen. So gross die Aehnlichkeit des Klimas und der Vegetation ist, welche die Sahara mit den Wüsten und Steppen der gemässigten Zone verbindet, so spricht sich doch auch hier die eigenthümliche Stellung des heissesten Erdgürtels darin aus, dass der Baumwuchs nicht in gleichem Grade ausgeschlossen ist, und dass den ödesten Gegenden, in die der Nomade mit seinen Heerden nicht eindringen kann, sogar eine Palme zu Theil ward, die zur Ernährung der Bewohner ausreicht und sie zu festen Ansiedelungen in den Oasen vereinigt hat. Die dicht geschlossenen Dattelwälder, die man so oft mit Inseln im weiten Saharameere verglichen hat, scheinen zwar nur der Kultur ihre Entstehung zu verdanken, aber eine einsame Acacie, oft von hohem Wuchse²⁶⁾, setzt den Reisenden zuweilen schon aus weiter Ferne in Erstaunen, nachdem er Tage lang nur Felsen und Wüstenstaub erblickt hatte. Hier wird das Leben der Bäume nicht, wie in den asiatischen Steppen, durch den Wechsel der Jahreszeiten gefährdet, sondern nur durch den Wassermangel in enge Grenzen eingeschlossen. Wo ihre Wurzeln die unter der Oberfläche verborgene Feuchtigkeit erreichen können, ist die Entwicklungsperiode nur an das langsame Steigen und Sinken des Grundwassers gebunden und kann lange genug fortdauern, um den wechselnden Phasen der Holz- und Fruchtbildung und der Erneuerung der Knospen zu genügen. Aber wie können gerade die Palmen hier gedeihen, die so viel Feuchtigkeit bedürfen, und deren einzige Blatt-

knospe, einmal zerstört, sei es durch Kälte oder Trockenheit, eben nicht wieder ersetzt werden kann? Die Kultur der Oasen sorgt freilich durch künstliche Bewässerung für das Feuchtigkeitsbedürfniss der Dattelpalme, die Pflanzungen gedeihen nur da, wo die Spenden der Brunnen und Quellen unerschöpflich sind. Aber die Palmen dürfen auch nicht als ein fremdes Erzeugniss gelten, sie sind nicht erst durch die Kultur in die Sahara eingeführt worden, da die Datteln ausserhalb dieses Wüstengebiets an wenigen Orten reif werden. Schon an der Nordseite des Atlas ist dies nicht mehr der Fall²⁷⁾. Die Nordgrenze der algerischen Sahara und der Wüste Arabiens²⁸⁾, die Indusmündung im Osten und die Landschaft Air²⁾ (18° N. B.) im Süden, das sind die klimatischen Wendepunkte, innerhalb deren die Dattelpalme vollständig, aber auch allgemein bei genügendem Wasserzuzfluss ihre Lebensbedingungen findet. In diesem Gebiete, welches zugleich die klimatischen Grenzen der Sahara genau bezeichnet, muss daher auch ihre Heimath liegen. Auch besitzt die Wüste noch eine zweite Palme, wenn auch nur eine Zwergpalme (*Hyphaene Argun*), die in den nubischen Wadis zwischen dem rothen Meere und dem Nil nicht selten ist²⁹⁾.

Die Frage über das Verhältniss der Dattelpalme zum Wüstenklima ist zwar oft angeregt, aber doch nur unvollständig gelöst worden, weil man die Temperatur der Atmosphäre allein, nicht aber die allgemeinen Lebensbedingungen der Palmen dabei in Betracht zog. Diese Familie verlangt, weil sie immergrünes Laub trägt, steten Zufluss von Feuchtigkeit, und zugleich ist sie gegen Schwankungen der Temperatur noch empfindlicher, als gegen die Kälte. Die schönsten Erfolge der Palmenkultur in unseren nordischen Treibhäusern werden da erreicht, wo Wasserbehälter mit ihren Wurzeln in steter Verbindung stehen. Wenn nun von der Dattelpalme die arabische Bildersprache sagt, dass »diese Königin der Oasen ihren Fuss in Wasser und ihr Haupt in das Feuer des Himmels tauche«, so könnte man eine abweichende Organisation, besondere Schutzmittel gegen das Wüstenklima erwarten, findet sie aber weder in dem etwa 50 Fuss hohen Wuchse des Stamms noch in den Fiederblättern, so wie auch ganz ähnliche Arten desselben Geschlechts (*Phoenix*) in feuchten Tropenlandschaften vorkommen. Die Dattelpalme findet diesen Schutz aber doch in dem Boden, in dem sie wur-

zelt, in dem Wasser, welches ihre Organe durchdringt. Cosson³⁰⁾ zeigt, wie sie unabhängig ist von der Mischung der Erdkrume, von dem Salzgehalt des Wassers, wie sie den Stürmen der Atmosphäre und der Gluth der Sonne widersteht, aber er bemerkt zugleich, dass sie grosse Wassermengen zu ihrer Erhaltung bedarf. Sie entwickelt sich nur da, wo ihre Wurzeln mit den unerschöpflichen Wasservorräthen in Verbindung stehen, die allein die Wüste befeuchten. Da das Niveau derselben so ungleich ist, in der algerischen Sahara³¹⁾ zwischen 10 und 560 Fuss Tiefe schwankend, in Tuat³²⁾ schon $2\frac{1}{2}$ Fuss unter der Oberfläche zu erreichen, so musste die Kultur zwar erst dem Baume seine gegenwärtige Bedeutung geben, aber in gewissen Oasen tatchen seine Wurzeln ohne künstliche Bewässerung in die feuchten Erdschichten ein, und hier konnte die Dattelpalme daher selbständig bestehen und von jeher sich erhalten. Und in welchem Massstabe ihren Wurzeln das Wasser Jahr aus Jahr ein zuströmt, können wir aus der Angabe³³⁾ erkennen, dass ein einziger artesischer Brunnen in der Nähe von Tuggurt 800 Gallonen süsses Wasser in einer Minute liefert. Nun ist aber wohl zu beachten, dass nicht die Temperatur der Atmosphäre oder die noch höhere des Wüstensandes den Geweben des Baums sich mittheilt, sondern dass bei allen Holzgewächsen die Wärme mit dem aufsteigenden Saft in der Richtung der Gefässbündel geleitet wird, dass daher die Bodenschicht, wo die Wurzelspitzen die Feuchtigkeit aufsaugen, dafür massgebend ist, und dass die lebhaftere Verdunstung der Blätter ebenfalls dazu beiträgt, Kälte zu erzeugen und die Gluth der Sonne zu mässigen. Eben das unterirdische Wasser ist auch ein Hinderniss der Wärmeleitung, es bewirkt, dass die starken Temperaturschwankungen, welche die Erdoberfläche und die Atmosphäre in der Sahara erleiden, in die Tiefe des Bodens nicht eindringen³⁴⁾. Die Brunnen-temperatur, die der wirklichen Temperatur der Dattelpalme gleich gesetzt werden kann, ist eine fast unveränderliche Grösse, und entspricht also den physiologischen Bedingungen des Palmenwuchses vollkommen. Wenn behauptet worden ist³⁵⁾, dass Schwankungen der Temperatur von $41^{\circ},6$ bis zu $-2^{\circ},4$ R. auf die Entwicklung des Baums durchaus keinen Einfluss haben, so hat dies zwar eine Bedeutung für die Würdigung seiner Kulturgrenzen, aber es muss doch daran erinnert werden, dass diese Extreme der Boden- und

Luftwärme den Sitz der lebendigen Funktionen gar nicht erreichen. Wenn die Dattelpalme nun so unabhängig ist von den Zuständen der Atmosphäre, die sie umgiebt, wie kommt es, dass sie diesseits der Saharagrenzen keine reifen Früchte trägt und doch zu einem stattlichen Baume sich zu entwickeln vermag, und dass sie im jenseitigen Sudan entweder verkümmert³⁶⁾ oder doch nur einzeln, dann aber Frucht tragend angetroffen wird? In beiden Fällen ist der Wechsel trockener und nasser Jahreszeiten ihrer Vegetation ungünstig. Am Mittelmeer fällt der regenlose Sommer gerade in die Entwicklungszeit der Dattel, so dass man sie durch künstliche Bewässerung wohl würde zur Reife bringen können, wie es zur Zeit der Araber in Spanien allgemeiner der Fall gewesen sein soll. In Sudan scheint die Dattelpalme besonders in der Nähe von Flüssen fortzukommen, deren Grundwasser sie in der trockenen Jahreszeit bewässern kann. Ausserdem aber ist für ihr Gedeihen auch die Trockenheit der Wüstenatmosphäre von Bedeutung, welche die Verdunstung der Blätter und dadurch den Saftumtrieb beschleunigt. Der Dattelwald von Elche, der einzige in Spanien, wo gegenwärtig noch eine reiche Fruchternte erzielt wird, liegt im Wüstenklima von Murcia und die niedrigste Mittelwärme, welche der Baum erträgt, ist die von Asturien, wo der feuchte Sommer und der milde Winter ihm günstiger sind, als die Jahreszeiten Italiens.

Die Dattelpalme ist der einzige Baum, der in der Sahara seine ursprüngliche Heimath hat, die übrigen Bäume sind von auswärts in spärlichster Verbreitung eingewandert. Einige begleiten von Sudan her das Stromufer des Nils, und von diesen ist es nur die durch die Gattung der Acacien vertretene Mimoseenform, die hier und da in dem grössten Theil der Wüste bemerkt wird, ohne jedoch die algerische Sahara zu erreichen. In umgekehrter Richtung ist vom Gestade des Mittelmeers eine baumartige Tamariske [*Tamarix gallica*³⁷⁾], salzhaltigem Boden folgend, bis zu einer gewissen Entfernung in die Sahara eingedrungen.

Des Bodens der Oasen, wo das Grundwasser in geringer Tiefe steht, aber hat sich die Dattelpalme so vollständig bemächtigt, dass unter ihrem schattigen Laubdach nur Kulturgewächse und Pflanzen europäischen Ursprungs, die sie begleiten, zu erblicken sind. Die einheimischen Formen der Saharavegetation bewohnen die Wadis

oder die Hammada und stehen daher unter ganz verschiedenen klimatischen Einflüssen. Während in den Oasen das Pflanzenleben niemals ganz still steht, weil die Winterkälte zu vorübergehend einwirkt und die Feuchtigkeit den Wurzeln stets zugänglich bleibt, hängt ausserhalb ihres Bereichs die Entwicklungsperiode von dem Steigen und Sinken des Grundwassers ab und ist auf kurze und ungewisse Zeiträume eingeschränkt. Da ferner mit den seltensten Ausnahmen die Vegetation nur aus niedrigen Gewächsen, aus Sträuchern, Stauden und Gräsern besteht, so dringen die Wurzeln auch nicht so tief, wie bei den Bäumen, in den Erdboden. In der Nähe des Atlas, wo die Winterregen den unterirdischen Wasserlauf bedeutend verstärken, kann selbst die Hammada noch eine dichte Gestrüchformation erzeugen, deren Entwicklung im Winter beginnt und im Frühling³⁵⁾ endet. Aber dies ist nur eine den Steppen vergleichbare Uebergangsregion, die man auch als Saharasteppe von der eigentlichen Wüste unterschieden hat, und zwar mit Recht, da hier mit dem reichlichen Futter auch die wandernde Viehzucht der Steppe sich entwickelt hat, wogegen der Bewohner der Wüste fast nur auf die Oasenkultur beschränkt ist. Im Innern ist die Befeuchtung des Bodens weniger von den entfernten Gebirgen als von ungewissen, spärlichen Niederschlägen und Thaubildungen abhängig, wodurch, da sie ebenfalls im Winter stattfinden, zu gleicher Jahreszeit, wie in der Steppe, das Grün zuweilen plötzlich hervorgelockt wird. Hier ist die Hammada oft in grossen Landschaften alles organischen Lebens entblösst und die Wadis erhalten einen Vorzug, vorausgesetzt dass nicht beweglicher Sand die Pflanzen verschüttet und ihrem Kampfe um das Dasein ein neues Hinderniss in den Weg legt.

Unter so ungünstigen Bedingungen kann man die Vegetation der Sahara als einen schwachen Abglanz von dem Pflanzenleben der Steppe bezeichnen, von dem sie einige Formen sich aneignet, und dem sie doch noch etwas Eigenthümliches hinzufügt. In einem Hauptverhältniss stimmt die Wüste namentlich mit der Steppe überein, in dem Gegensatz der Halophyten zu den Formen des salzfreien Bodens. Denn man braucht nicht einmal anzunehmen, dass überall, wo Kochsalz und Gypsa in grossem Massstabe zusammen angehäuft sind, das Meer diese Stoffe zurückgelassen habe. Wo Flüsse ver-

siegen, also sowohl in Wüsten wie in Steppen, kann der Boden süßes Wasser enthalten, wenn eine unterirdische Verbindung bis zur Küste besteht. Wo aber das Wasser durch Verdunstung verloren geht, müssen im Laufe der Zeit sich dieselben Salze ausscheiden, die das Meer selbst erst der sammelnden Thätigkeit der Quellen und Flüsse verdankt.

Auf dem salzfreien Boden der Wüste sind es zuerst die blattlosen Sträucher der Spartiumform (z. B. *Retama*, *Calligonum*, *Ephedra*), welche hier in einer gewissen Mannigfaltigkeit des Wuchses und des Blütenbaus auftreten. Durch die Trockenheit ihres Gewebes und die beschränkte Verdunstung der Oberfläche sind sie dem dürrn Erdreich, worin sie wurzeln, und der heißen Luft, in der sie athmen sollen, ganz entsprechend. In den Dünentälern der algerischen Sahara finden sich diese Sträucher vorzugsweise, begünstigt durch die Gypslager, welche durch den Flugsand verdeckt werden³⁹). Die *Ephedra* schützt sich hier gegen die Bewegungen der Luft durch kriechendes Wachsthum, wodurch sie an die Krummholzkiefer erinnert: sie muss also der glühenden Hitze des Sandbodens, die das Straussenei ausbrüten hilft, und der durch Ausstrahlung gesteigerten Kälte der Nacht und des Winters gleichmässig widerstehen können.

Wenn die Spartiumform zunächst an die Sträucher Andalusiens sich anschliesst, so wiederholt sich dagegen auf dem natriumhaltigen Boden die ganze Reihe der Halophyten, wie sie den Salzsteppen Russlands und Spaniens gemeinsam ist. Einige unter diesen sind blattlose, ächte Succulenten (*Halocnemum*, *Arthrocnemum*), wobei es bemerkenswerth erscheint, dass nur solche Saftpflanzen, bei denen der Salzgehalt zu der Zurückhaltung des Wassers im Gewebe mitwirkt, das Klima der Wüste ertragen, dass aber, wo diese Funktion der Oberhaut allein überwiesen ist, die Organisation zu schwach zu sein scheint, um in der trockenen Sahara-Luft bestehen zu können. Denn weder die fleischigen Euphorbien noch die Aloeform Sudans werden innerhalb der Wüstengrenzen erwähnt. Saftige Blätter an holzigen Axenorganen gehören dagegen zu den häufigsten Erzeugnissen des Salzbodens der Sahara und die Salsoleen und Zygophylleen nebst einigen verwandten Gruppen entsprechen durchaus den Halophyten der Steppe, mit denen sie sogar einzelne Arten gemeinsam besitzen. Die Reihe dieser Formen wird endlich durch verholzende

Staticen (*Limoniastrum*) und durch strauchartige Tamarisken abgeschlossen.

Auch die Gräser der Sahara stimmen mit denen der asiatischen Steppen zum Theil überein. Einige wachsen wie dort in grossen, wenn auch vereinzelt Rasen (*Pennisetum*). Die starken Halme einer Stipacee (*Aristida pungens*) erreichen sogar eine Höhe von 6 Fuss⁴⁰⁾ und sind als Kameelfutter eins der wichtigsten Wüstengräser. Aber diese und andere Gramineen aus der Gruppe der Stipaceen, die in der Sahara vorzugsweise vertreten ist, sind nicht entfernt an Energie des Rasenwachstums, sondern nur in ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Trockenheit und Hitze mit der Thyrsa der russischen Steppen zu vergleichen. Die Blattorgane sind gemein kurz und in ihrem eingerollten, starren und saftleeren Bau wohl geeignet, auch ohne Wasserzuzfluss sich lange lebensfähig zu erhalten. Wir finden bei ihnen häufig eine Eigenthümlichkeit der Organisation, die sowohl ihre weite Verbreitung, als auch die Erscheinung erklärt, dass, wo in der Wüste nur einmal wie zufällig der Boden etwas Feuchtigkeit sammelt, derselbe sofort von keimenden Gräsern ergrünt, deren Vegetation dann in gewissen Fällen mit der Erzeugung eines zollhohen Rasens (*Aristida obtusa*) schon wieder abschliesst. Die langen und dreitheiligen Grannen, welche aus den Spelzen hervortreten, sind bei vier Arten von *Aristida*, an der mittleren Spitze mit einem überaus zierlichen Federbusch von weissen Haaren ausgestattet, der wie eine Samenkronen wirkt und die Keime mit dem Wüstenwinde überall hinführt, so dass kein Tropfen Wasser vergebens den dürren Boden tränkt, sondern die Feuchtigkeit allenthalben diese lebensfähigen Organe vorfindet. Zwei dieser Federgräser hat der Passatwind vom kaspischen Meere her über die ganze Sahara ausgebreitet, die beiden andern von Arabien aus, und diese letzteren sollen auf ihrer Wanderung sogar das südliche Afrika erreicht haben.

Die Austrocknungsfähigkeit, die schon bei diesen Gräsern einen hohen Grad erreichen muss, da sie so selten befeuchtet werden und doch mehrere Jahre hindurch sich fortentwickeln, hat bei zwei andern Erzeugnissen der Wüste die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Die Wiederbelebung einer völlig verdorrten Pflanze scheint etwas Geheimnissvolles zu sein, aber noch mehr, wenn sie, losgerissen vom Boden, wie ein todter Körper im Winde umher-

treibt, ohne die Kräfte der Organisation in ihrem Gewebe ganz verloren zu haben. Und so verhält es sich mit der Rose von Jericho (*Anastatica*) und mit der essbaren Mannaflechte (*Parmelia esculenta*). Indessen beruht die Erhaltung dieser Gewächse in dem trockenen Wüstenklima in beiden Fällen auf Bedingungen ganz verschiedener Art. Bei der *Anastatica*, einer winzigen, einjährigen Crucifere, sind es nur die Früchte, von denen die Wiederbelebung ausgeht, und die Eigenthümlichkeit besteht nur darin, dass die Samen an einen passenden Ort für ihre Keimung geführt werden. Die Pflanze rollt sich zur Zeit ihrer Fruchtreife durch Eintrocknen zu einem kleinen kugelförmigen Körper zusammen, wird dann leicht durch den Wind aus dem sandigen Boden losgerissen und so lange in der Wüste umher getrieben, bis Feuchtigkeit auf sie einwirkt. Vermöge ihres Schleimgehalts saugt sie das Wasser begierig ein und breitet die Organe wiederum aus, wie zur Zeit, als sie noch am Boden befestigt war. Aber dieser Schein des Lebens erneuert nicht das Wachstum, sondern hat nur auf die Früchte eine Wirkung, indem die Schoten im trockenen Zustande geschlossen sind und erst durch die eingesogene Feuchtigkeit sich öffnen und die Samen entlassen. Diese letzteren gelangen daher nur da in den Boden, wo dieser feucht ist, und wo sie sich also entwickeln können. Bei der Mannaflechte dagegen sind es die vegetativen Organe selbst, die durch Feuchtigkeit wieder aufleben. Bei Flechten und Moosen ist ein Zustand der Erstarrung aus Wassermangel eine sehr gewöhnliche Erscheinung⁴¹⁾, bei dem Torfmoose (*Sphagnum*) beruht auf der Wiederbelebung durch Feuchtigkeit die lange Dauer ihres Wachstums, die Bildung des Moostorfs. Aber gleich der *Anastatica* ist auch die Mannaflechte ursprünglich am Boden befestigt⁴²⁾ und wird durch Stürme losgerissen, bis sie als Mannaregen in kleinen, erbsenähnlichen Stückchen wiederum an entfernten Orten niederfällt, um nun in Folge von atmosphärischen Niederschlägen auf's Neue fortzuwachsen. So gehört sie zu den häufigsten Erzeugnissen der Steppen und Wüsten, von Centralasien bis zur algerischen Sahara dem Passatwinde folgend. Solche Wanderungen von Pflanzen des Wüstenklimas gehören zu den treffendsten Beweisen für den Einfluss atmosphärischer Bewegungen auf die Verbreitung der Pflanzenarten, und ihre Betrachtung hat zugleich den Reiz, der stets mit der Einsicht in das zweck-

mässige Zusammenwirken organischer und unorganischer Naturkräfte verbunden ist. Oeffnete die *Anastatica*, wie bei anderen Pflanzen, ihre Früchte durch Saftverlust, so wäre die Ausstreuung ihrer Samen auf dem wasserlosen Boden vergeblich. Wäre die *Manna*flechte, gleich anderen Steinlichenen, fester angewachsen, so würde sie vielleicht in der herrschenden Dürre zu Grunde gehen. In ihrer Beweglichkeit aber gelangen diese Pflanzen an die weit entfernten Orte, wo eben Thau oder andere Feuchtigkeit ihre Entwicklung zulässt, und so gebraucht die Natur einfache, aber sichere Mittel, die Organisation den ungünstigsten Verhältnissen anzupassen. Wie könnte sie sparsamer verfahren, als indem sie Pflanzenschleim in den Cruciferen ablagert, um die Feuchtigkeit der Wüste zu sammeln, oder indem sie den trockenen Flechtenthallus in kleine und leichte Körperchen zerlegt, um seine Beweglichkeit zu erhöhen.

Unter den Schutzmitteln der Organisation gegen das trockene Wüstenklima ist, wie in den Steppen, die Bildung der Dornen und die Bekleidung mit Haaren eine sehr häufige Erscheinung. Dornig sind sowohl die meisten laubtragenden Sträucher (z. B. *Zizyphus*, *Alhagi*), als auch einige Stauden (Cynareen): in einem Falle (*Nitraria*) ist die Dornbildung zugleich mit dem saftigen Blattgewebe verbunden. Auch die Haare, die den Einfluss der Sonnenstrahlen mässigen, zeigen eine gewisse Mannigfaltigkeit der Form, bald als Wolle die Oberhaut verhüllend und beschattend (*Gnaphalieen*; *Crotophora*), oder sich ihr seidenartig anschmiegend (*Artemisia*), bald durch ihre Starrheit sich selbst gegen den Saftverlust schützend (*Boragineen*; *Salvia*).

Die ungemein kurze Zeitdauer der vegetativen Prozesse, welche durch die Seltenheit der Niederschläge bedingt ist, giebt sich auch bei den Zwiebelgewächsen zu erkennen, wenn man sie mit denen der Steppe vergleicht. Sie sind in der Sahara bei Weitem seltener und zeichnen sich durch Kleinheit auch der unterirdischen Organe selbst aus, deren Umfang von der Zeit abhängt, in welcher die Blätter thätig sind. Die Zwiebeln einer für die Sahara charakteristischen Gattung (*Erythrostictus*) erreichen nur die Grösse einer Kirsche.

Einige Pflanzenformen scheinen nur auf gewisse Landschaften der Sahara, oder, wie die oben erwähnten Bäume des Ahaggar, auf die obere Region ihrer höchsten Bodenerhebung beschränkt zu sein.

Es sind dies zum Theil eingewanderte Gewächse aus dem Atlas und anderen Grenzbezirken, wie die Oleanderform (*Nerium*, *Rhus*) und die Pistazien (*Pistacia atlantica*) der algerischen Sahara. So wächst auch der Oschurstrauch Sudans (*Calotropis*), allmählig an Häufigkeit abnehmend, längs der Karavanenstrasse durch Fezzan bis Tripolis⁴³), und so dringen Capparideensträucher aus den Savanen von Sudan in die Wadis der nubischen Wüste⁴⁴). Auch das arabische Gebiet der Sahara verdankt wahrscheinlich solchen Einfüssen manche Eigenthümlichkeit. Das Vorkommen von Sudangewächsen im ägyptischen Nilthal ist hingegen von diesem Verhältniss wohl zu unterscheiden, indem hier durch das Wasser des Stroms eine dem Wüstenklima ganz fremdartige Ernährungsweise gesichert ist. Arabien zeichnet sich namentlich durch aromatische und harzreiche Pflanzen aus⁴⁵), von denen viele in den orientalischen Steppen gleichfalls einheimisch sind. Dass die Absonderungen ätherischer Oele in trockenen Klimaten häufiger werden, ist in einem früheren Abschnitt erörtert worden (I. S. 443): diese Thatsache scheint auch in sofern in einiger Beziehung mit erhöhter Wärme zu stehen, als dadurch das Entweichen solcher Aussonderungsstoffe aus dem Organismus befördert wird. Anderson bemerkt, dass die Holzgewächse in Arabien oft mit Harz oder Gummi bedeckt sind, und er vermuthet, dass die Rinde in der heissen Sonne leichter zerreisst und diese Stoffe austreten lässt. Allein die ähnlichen Aussonderungen des Traganthgummis beruhen nicht hierauf, sondern auf einer eigenthümlichen Entwicklung der Rinde, und immer bleibt es unerklärt, weshalb in warmen Ländern gewisse Auswurfstoffe reichlicher ausgeschieden werden, ätherische Oele sowohl die feuchte Atmosphäre Ceylons wie die trockene Steppe mit ihrem Aroma erfüllen, Harze hingegen auch in kalten Klimaten gewöhnlich sind.

Vegetationsformationen. Die Meinung, dass die Sahara ausserhalb ihrer Oasen des organischen Lebens fast ganz entbehre, hat zwar in sofern einen guten Grund, als die Wüste wegen ihrer Wasserlosigkeit unbewohnbar ist und nur wenigen Thieren genügendes Futter bietet, aber man muss die Vorstellung zurückweisen, als ob es hier unermessliche Räume gäbe, wo auch nicht ein Grashalm, nicht eine ärmliche Vegetation zu gewissen Zeiten gedeihen könne. Man hat wohl geglaubt, dass die Beschaffenheit des Bodens für das

Pflanzenleben völlig ungeeignet sei, dass entweder in den nackten Felsboden die Wurzeln nicht einzudringen vermögen, oder dass die humuslose, sandige und im Winde bewegliche Erdkrume die Gewächse verschütete oder doch nicht ernähren könne. Solche Verhältnisse sind es allerdings, die von der Hammada oder den Sanddünen des Areg zuweilen jeden Pflanzenwuchs fern halten. Allein überall schneiden die Wadis in die Hammada ein und die Thalwände gewähren einigen Schutz gegen die Bewegungen der Luft und des Wüstenstaubs. Und auch die steinige Hochebene, die Hammada selbst, ist keineswegs so einförmig in der Bildung ihrer Oberfläche, wie man sie sich vorzustellen pflegt. Man findet doch nur selten von den Reisenden in der Wüste den Ausruf verzeichnet, es sei nicht eine Spur von Vegetation zu erblicken gewesen⁴⁶⁾, und indem sie dies besonders erwähnen, beweisen sie, dass es eine ungewöhnliche Erscheinung sei.

Nach dem Bau der Oberfläche sind in der Sahara vier Bildungen zu unterscheiden, die auf die Anordnung der Pflanzenformationen von entscheidendem Einflusse sind, die steinigten Flächen der Hammada, die wellenförmigen Sandwüsten des Areg, die Wadis, welche die Hochebene als Thäler durchfurchen, und die Oasen, die den tiefsten Depressionen der Sahara entsprechen. Durch die Salzlager mit ihren Halophyten aber ist die Vegetation der verschiedenen Bodengestaltungen verbunden. Wegen der Armuth der Wüstenflora sind indessen auch die übrigen Formationen weniger durch ihre Pflanzenformen, als durch die Häufigkeit der Individuen von einander geschieden.

Die Hammada nimmt den grössten Raum ein und ist zugleich der ödeste Theil der Wüste, wo das Wasser in der Tiefe nicht zu erreichen ist und die Erdkrume auf dem steinigten Boden nicht haftet, weil der Wind wegführt, was die Verwitterung erzeugt hat, und die Pflanzen zu selten sind, um bindenden Humus zurückzulassen. Die herrschenden Felsarten sind bald Sand-, bald Kalkgesteine, die ersteren meist devonisch, die letzteren in den westlichen Landschaften aus der Kreideperiode, wie in Südeuropa. Wo aber Gypslager, wie es in der algerischen Sahara häufig der Fall ist, an der Oberfläche liegen, und wo in der Nähe des Atlas die Winterregen schon bemerklich werden, wachsen auch auf der Hammada einige dornige

oder blattlose Sträucher, die, wenn der Boden Salz führt, mit Salsoleen abwechseln⁴⁷⁾. Eine ähnliche Erscheinung wiederholt sich in der Nähe des Ahaggar, wo auf dem Plateau von Tassili (26° N. B.) eine Anzahl von Dornsträuchern nebst einigen anderen Strauchformen erwähnt werden⁴⁸⁾, die theils von Sudan theils vom Gebirge aus sich hier angesiedelt haben. Aber in den meisten Gegenden gehören Holzgewächse auf der Hammada zu den seltensten Erscheinungen oder sind ganz von ihr ausgeschlossen. Neben der Oase Mesab (33° N. B., etwa 20 g. Meilen südwärts vom Atlas) beschreibt Duveyrier⁴⁹⁾ eine von Erdkrume völlig entblösste Hammada, wo die Vegetation sich auf einen winzigen Salsoleenstrauch (*Carozylum articulatum*), eine Artemisia und einzelne Gräser beschränkte. Und im Süden von Marokko überschritt Rohlf's⁵⁰⁾ auf dem Wege von Tuat nach der Oase Tafilet eine weite, mit Steingeröll bedeckte Hochebene, auf welcher auch nicht der geringste Strauch zu erblicken war.

Die Areg- oder Dünenwüste⁵¹⁾ begreift die mit lockerem Sande bedeckten Landschaften der Sahara, wo die dünenförmigen Terrainwellen indessen keineswegs bloss dem Winde ihr Dasein verdanken, sondern als die Ueberreste einer durch Verwitterung und Auswaschung von Gyps- und Salzlageren zerstörten Hammada gelten können. Ihr Niveau liegt tiefer als das der Hochebene und nimmt daher freilich auch aus fernen Gegenden den Staub des Sirokko und des Passatwindes auf. Die Mischung und Feinheit der Sandkörner ist daher ebenso ungleich und mannigfaltig, als die Gesteine, aus denen sie entstanden sind. Der unterirdische Wasserlauf, der in der Hammada auf die Wadis eingeschränkt ist und das Felsgebäude selbst nicht in allen Richtungen durchdringen kann, findet in dem lockeren Sandboden kein Hinderniss, folgt aber der festen Grundfläche der losen Erdkrumen und findet sich daher oft erst in grösserer Tiefe, als in den Wadis und Oasen. Die Brunnen im Bereiche des algerischen Areg liefern Wasser ohne Steigkraft, dessen Niveau zwischen 7 und 70 Fuss unter der Oberfläche der Dünenthäler schwankt⁵²⁾. Dies sind die Bedingungen, unter denen die Vegetation der Sandwüste zwar etwas reichlicher sich entwickelt als auf der Hammada, aber gegen die Wadis doch zurücksteht. Die Dünen selbst sind wegen der Beweglichkeit des Sandes von Pflanzen ganz

entblösst⁵³⁾, aber die Dünnthäler bieten dem Auge, wenn Feuchtigkeit sie belebt, den Reiz einer Vegetation, die nicht ganz ohne Anmuth ist. Zu den vereinzelt Sträuchern der *Spartium*-form gesellt sich hier zuweilen der hohe Graswuchs der Stipaceen, und an solchen Stellen rastet die Karavane, um den Kameelen Zeit zur Weide zu lassen. Die Formation des Areg besitzt also zum Theil dieselben Holzgewächse, wie die Hammada, aber sie unterscheidet sich durch die Gramineen, in denen sie mit den Wadis übereinstimmt.

Wenn im Winter das Grundwasser steigt, und gar, wenn ein Regenschauer fällt, entwickelt sich die Vegetation des Wadi mit wunderbarer Schnelligkeit. Nach einem solchen Niederschlag, den Tristram⁵⁴⁾ erlebte, sah er binnen drei Tagen das öde Thal mit Grün sich bekleiden, und nun werden die Heerden, die der Atlas ernährt, vom Gebirge und aus der Steppe in die benachbarten Wadis der Wüste geführt. Einen ähnlichen Vorfall erzählt Duveyrier⁵²⁾, als nach neunjähriger Dürre die ersten Regenschauer eintraten und Weidegrund vom schönsten Grün sich in sieben Tagen entwickelte, wo bis dahin jede Spur organischer Thätigkeit gefehlt hatte. Die felsigen Thalwände umschliessen in lebloser Nacktheit die ergrünen- den Gründe, wo neben dem Dorngebüsch und den Tamarisken mässiger Graswuchs erscheint und zuweilen unter dem Schatten einsamer Pistazien die dürftigen Kräuter der Wüste einen Trupp Antilopen herbeilocken. Fast alle Pflanzen der Sahara, bemerkt Duveyrier⁴⁹⁾, suchen sich in die Thäler zu flüchten, wo daher die Vegetation viel mannigfaltiger ist, als irgendwo sonst: die Hauptbestandtheile bilden »grosse Büsche von *Zizyphus*, die mit ihrem frischen Grün dem Auge einen angenehmen Ruhepunkt bieten, hohes Ginstergesträuch (*Retama*), eine kriechende *Capparis* mit grossen rosenfarbigen Blumen und zahlreiche Büschel von Gräsern (*Aristida*, *Andropogon*)«. In den Wadis vereinigen sich also die meisten Pflanzenformen der Sahara, die wenigen Laub tragenden Bäume, die dornigen und die blattlosen Sträucher, die Gramineen, die Stauden und die einjährigen Cruciferen, hier ist auch der Wohnort der nubischen Zwergpalme. Nach dem Grade der Feuchtigkeit, die sich in der Nähe des Gebirgs zu Rinnsalen periodisch an der Oberfläche fließenden Wassers⁵⁵⁾ sammeln kann, sowie nach der Beschaffenheit und Menge der Erdkrume ist die Energie oder Dürftigkeit dieser



Formation, die Mannigfaltigkeit oder Armuth ihrer Bestandtheile bemessen. Aber im Ganzen betrachtet und mit ihren Umgebungen verglichen, bezeichnet sie das höchste Mass dessen, was die Natur sich selbst überlassen dem organischen Leben in der Wüste zu gewähren vermag. Die geringste Pflanze erscheint hier wie ein Sieg des Schaffens über zerstörende Kräfte, und unter diesem Gesichtspunkte gewinnt auch das Unbedeutende an Interesse. Die Häufigkeit⁵⁶⁾ einer am Boden kriechenden Cucurbitacee, der Coloquinte (*Citrullus Colocynthis*), ihre weite, wahrscheinlich durch Vögel geförderte Verbreitung ist ein ausgezeichnetes Beispiel von der Herrschaft des Lebens auch in der Wüste, wie mit so wenig Feuchtigkeit und während einer so kurzen Zeit des Wachsthums doch eine saftige Frucht von der Grösse einer Orange gebildet und mit eigenthümlichen Stoffen ausgestattet wird.

Den Oasen selbst endlich mit ihren dunklen Dattewäldern kann unter den ursprünglichen Formationen der Sahara kein Platz eingeräumt werden, da sie ihren gegenwärtigen Zustand, ihre Kulturgewächse, ihre Baumzucht, ihren beschränkten Ackerbau erst der künstlichen Bewässerung des Bodens verdanken. Sie sind eigentlich nur aus Wadis hervorgegangen, und wie einige derselben, in denen die Dattelpalme durch sich selbst bestehen mochte, damals bewachsen waren, lässt sich jetzt nicht mehr nachweisen.

Vegetationscentren. Die einzigen, angenähert vollständigen Pflanzenverzeichnisse aus der Sahara besitzt man von Aegypten und Algerien. Aber nur die algerischen geben einen richtigen Massstab für die Bestandtheile der Flora, da der Nil zu viel Fremdartiges herbeiführt und dessen Delta nicht mehr ganz regenlos ist. Für Algerien dagegen haben Tristram und Cosson⁵⁷⁾ Zusammenstellungen geliefert, in denen die Vegetation der Sahara von der des Litorals, des Atlas und der Steppe genügend abge sondert wird. Cosson schätzt die Zahl der in der algerischen Sahara einheimischen Gewächse auf 500 Arten⁵⁸⁾. Diese Schätzung kann weiteren Vergleichen zu Grunde gelegt werden, da sie mit jenen beiden Verzeichnissen der wirklich beobachteten Gewächse hinreichend übereinstimmt. Wenn wir nun die über die ganze Sahara sich erstreckenden Verbreitungsbezirke so vieler Arten und auf der anderen Seite den grossen Umfang des Gebiets und die Eigenthümlichkeiten des

Grisebach, Vegetation der Erde. II.



asiatischen, durch das rothe Meer abgesonderten Theils der Wüste berücksichtigen, so werden wir wohl nicht zu weit gehen, wenn wir die Gesamttflora auf die doppelte Zahl, also auf 1000 Arten schätzen.

Aber auch hiervon ist ein sehr grosser Theil von auswärts eingewandert, und es entsteht also zuerst die Frage, ob wir in der Sahara überhaupt Vegetationscentren annehmen dürfen. Wäre dies nicht der Fall, so gewännen wir einen grossartigen, kontinentalen Vergleichungspunkt mit den Inseln, die keine endemische Vegetation besitzen. Es würde dadurch zugleich die Meinung gestützt werden, der manche Naturforscher geneigt sind beizutreten, als ob die Wüsten der Erde nicht für immer bleiben sollten, was sie sind, sondern durch fortgesetzte Einwanderung und Zunahme der Vegetation Boden und Klima einer allmäligen Aenderung entgegengehen. Um aber einen solchen Wechsel herbeizuführen, müssten auch die Passatwinde aufhören ununterbrochen über die Sahara zu wehen, deren Dauer und Richtung doch nicht von der Vegetation, sondern von der Gestalt der Erdtheile bestimmt wird. Nun hat die geologische Forschung im Bereich der algerischen Sahara mit guten Gründen die späte Entstehung wenigstens dieses Theils der Wüste nachgewiesen, Schalen von Mollusken, die noch jetzt im Mittelmeere leben, sind in den Schichten des Areg, freilich nur innerhalb des tiefen Syrtenthals, aufgefunden⁵⁹⁾. Hiedurch würde die Frage des Endemismus der Sahara eine noch allgemeinere Bedeutung erhalten, da, wenn die ganze Wüste erst in der gegenwärtigen Erdperiode gehoben wäre, der Ursprung ihrer endemischen Gewächse in dieselbe Zeit fiel.

Allein diese geologischen Ergebnisse, die von den Schweizer Naturforschern auf das Klima der Alpen und das Zurücktreten ihrer Gletscher bezogen worden sind, werden erst dann für die Geschichte der Sahara-Pflanzen bedeutend werden, wenn es gelingt nachzuweisen, dass das Gesamtgebiet ihrer Verbreitung so spät entstanden sei. Denn dass endemische Pflanzen in gewissen Gegenden vorhanden sind, ist unzweifelhaft. Ich möchte hier noch einmal auf die Dattelpalme zurückkommen, deren Ursprung in der Sahara selbst aus ihrer Verbreitung und Fortpflanzung hervorgeht. Aber ob sie ihre ursprüngliche Heimath in Tuat oder in Arabien hat, lässt sich

schwerlich entscheiden, und so braucht man nur anzunehmen, dass gewisse Bestandtheile der heutigen Wüste schon zu Anfang der jetzigen Erdperiode bestanden, um von ihnen die Entstehung ihrer Vegetation abzuleiten.

Dass die algerische Sahara selbst ein Centrum der Pflanzenschöpfung sei, geht namentlich daraus hervor, dass sie neben einer nicht unbeträchtlichen Anzahl endemischer Arten auch mehrere eigenthümliche, zum Theil monotypische Gattungen besitzt (z. B. die Cruciferen *Lonchophora*, *Henophytum*; die Synanthereen *Rhanterium*, *Rhedinolepis*; die Plumbaginee *Bubania*). Die Gegend von Biskra, welcher Ort nur 230 Fuss über dem Meere am Fuss der letzten Atlashöhen liegt, zeichnet sich durch Gewächse von beschränkter Verbreitung aus, die doch schon dem Sahara-Klima unterworfen sind und zum Theil nicht über das tiefe Syrtenthal in die Wüste einzudringen scheinen. Hier mochte das Meer noch lange, nachdem sie entstanden waren, ihren Wohnort einschliessen, und nun mögen die Areg-Dünen ihrer Wanderung entgegen wirken.

Unter den Pflanzen, welche Cosson aus der algerischen Sahara aufzählt, besteht etwas mehr als der dritte Theil aus endemischen Arten [etwa 36 Procent⁵⁷]. Legt man diesen Massstab für die ganze Flora der Sahara zu Grunde und schätzt den Umfang dieses regenlosen Gebiets auf 180000 Quadratmeilen⁶⁰), so erhält man nur je eine endemische Art auf eine Fläche von 520 Quadratmeilen. Dies ist ein zur Vergleichung geeigneter Zahlenausdruck, um die Armuth einer Flora zu bezeichnen, die in dieser Beziehung allen übrigen grossen Kontinentalgebieten nachsteht. Oder wir können diese Ziffer auch so verstehen, dass nirgends in gleichem Verhältniss die Vegetationscentren von einander entlegen sind, und dass daher die geographische Anordnung der Flora verständlich ist, wenn wir nur äusserst wenige Punkte annehmen, von denen die Wanderung der Pflanzen ausgegangen ist. Mit einer solchen Annahme stimmen die bisherigen Beobachtungen am besten überein, da in den wenigen Landschaften, wo durch den beschränkten Wohnort gewisser Pflanzen bis jetzt wirkliche Centren nachgewiesen sind, die Vegetation keineswegs so arm an eigenthümlichen Erzeugnissen ist, als man unter so nachtheiligen Lebensbedingungen erwarten sollte. Solche Oertlichkeiten sind im Inneren der Sahara nirgends aufgefunden,

sondern nur an ihren nördlichen Grenzen, am sichersten in Algerien, sodann im Osten in Arabien und Sind. Nehmen wir also an, dass von diesen Centren aus die Wadis allmählig ihre dürftige Vegetation empfangen haben, so kann dieses Ergebniss der Meinung, dass der grösste Theil der Sahara erst kürzlich gehoben sei, allerdings zur Stütze dienen. Der afrikanische Kontinent hätte dann das Eigenthümliche, dass er zugleich die jüngsten und die ältesten Theile des Festlands der Erde in sich fasst, die jüngsten in der Sahara, die ältesten in Sudan.

Nach dem Bau ihrer Pflanzen verglichen zeichnet sich die Sahara-Flora ⁶¹⁾ am meisten durch die grosse Verhältnisszahl der Cruciferen aus und stimmt mit dem Steppengebiet in der Mannigfaltigkeit der Chenopodeen überein. Am zahlreichsten an Arten sind die vier Familien der Synanthereen, Gramineen, Cruciferen und Leguminosen, und in dieser Beziehung liefern die Sammlungen aus Algerien, Aegypten und aus dem peträischen Arabien ⁶²⁾ das nämliche Ergebniss. Berücksichtigt man nur die endemischen Arten der algerischen Sahara, so erhöht sich die Verhältnisszahl dieser Familien noch mehr, mit Ausnahme der Gräser, die leichter als die übrigen aus einem Gebiet in das andere übergehen.

Um die Eigenthümlichkeit der Flora genauer festzustellen und die Bedingungen zu beurtheilen, unter denen eine Einwanderung von Pflanzen aus den Nachbarländern stattgefunden hat, ist es erforderlich, auf die klimatischen Grenzen der Sahara einzugehen. An der Küste des atlantischen Meers geht schon in der Breite der kanarischen Inseln die Wüstenflora in die marokkanische über, die hier namentlich durch den Argan (*Argania*) charakterisirt wird. Im Flussgebiete des Draa (27° N. B.), der, in den Oasen von Marokko versiegend, in der Nähe des Meers wieder an die Oberfläche tritt, traf Panet ⁷⁾ auf seiner Reise von Senegambien nach Mogador die ersten Argan-Gehölze, und zugleich begleiteten Gummi-Acacien das Flussufer. Dies ist der südlichste Punkt, bis zu dem eine Vegetation gegen die Sahara vordringt, die man als einen Uebergang zur Mediterran-Flora betrachten kann, und, wiewohl von den klimatischen Verhältnissen der atlantischen Küste von Marokko wenig bekannt ist ⁶³⁾, so lässt sich doch der Einfluss der feuchteren Seeluft in diesem Verhältniss nicht verkennen. Denn landeinwärts

dehnt sich alsbald die Wüste bis zum Atlas aus, wie in Algerien.

Der nächste Punkt, wo die Nordgrenze der Sahara sicher beobachtet worden ist, liegt unmittelbar an den südlichen Vorbergen des marokkanischen Atlas⁶⁴⁾ (32° N. B.) und erreicht dann, dem Rande dieser Gebirgskette folgend, in Algerien und Tunis die höchste Breite (35° N. B.). Die Oasen in Marokko aber haben den Vorzug, dass die Atlasflüsse eine Strecke weit auch noch innerhalb des Wüstengebiets wenigstens im Frühling Wasser an der Oberfläche führen, wodurch die Einwanderung von Pflanzen begünstigt ist. In Algerien hingegen liegt innerhalb der letzten Atlas-Verzweigungen das Hochland der Saharasteppe, dessen Klima zwar dem der Wüste ähnlich ist und eine Vermischung der Pflanzenformen erleichtert, wo aber doch der grösste Theil der Vegetation sich selbständig absondert, weil die Niveauunterschiede zwischen dieser Hochsteppe und dem bis unter den Spiegel des Meers eingeschnittenen Syrthenthale zu bedeutend sind.

Nun folgen von Tunis⁶⁵⁾ bis Cyrenaica die Gegenden, wo die Sahara bis an das Mittelmeer selbst reicht: sobald man die Gärten von Tripoli verlassen hat, sagt E. Vogel⁶⁶⁾, beginnt die Wüste. Weiter ostwärts verläuft die Nordgrenze der Sahara über die Hochfläche von Barka [32° N. B.]⁶⁷⁾, erreicht dann (abgesehen vom Nildelta) auf's Neue die Seeküste und berührt sich im Süden von Palästina zum letzten Male mit der Mediterranflora. Einige Stunden südlich von Hebron ($31\frac{1}{2}^{\circ}$ N. B.) liegt der merkwürdige Wendepunkt, wo drei Vegetationsgebiete an einander stossen, wo die immergrünen Eichen Palästinas aufhören, die Wadis des steinigen Arabien beginnen und ostwärts, über das eingesenkte Jordanthal hinaus, sich Wüste und Steppe begegnen. Von Marokko bis Syrien steht demnach die Sahara der Einwanderung von Mediterranpflanzen offen, vom todtten Meere bis zum persischen Meerbusen ist die Vermischung der Steppen- und Wüstenpflanzen in noch höherem Grade erleichtert. Doch sind nur wenige Formen des Mittelmeergebiets, wie der Oelbaum und der Oleander, in die Oasen eingedrungen. Ob die Grenzen des Winterregens in Arabien ebenso scharf durch die Vegetation ausgeprägt sind, können erst künftige Forschungen lehren,

da die Flora des Inneren von Arabien noch ganz unbekannt geblieben ist.

Indessen lässt sich doch schon jetzt erkennen, dass das Klima der Steppe und Wüste in Arabien von entscheidendem Einflusse auf die Vegetation ist und dadurch die geschichtliche Entwicklung des Landes bestimmt hat. Was man arabische Wüste nennt, entspricht dieser Bezeichnung nur zum Theil: denn weit ausgebreitet ist hier die Steppe mit Winterregen, wo im Frühlinge der Boden ein reiches Weideland darbietet und mit blühenden Kräutern überall geschmückt ist. Dies ist das Land der Beduinen, der arabischen Wanderstämme, die nach der Weise der Patriarchen von ihren Heerden sich ernähren und weithin, wie früher bemerkt wurde, nach Syrien eindringen. Nur vorübergehend hat sich auf dem Schauplatz ihrer Wanderungen in der Nähe des Jordan, des westlichen Grenzflusses, in den verlassenem Städten des Hauran eine sesshafte Bevölkerung niedergelassen und sich dann wieder vor den Nomaden zurückgezogen. Die höhere Geistesbildung des Arabers, die selbst in die europäische Civilisation einst mächtig eingreifen konnte, ist von den südlichen Wohnorten der Wüste ausgegangen, wo die Gebirge Oasen und die Oasen Dattelnkultur und Ackerbau hervorriefen, wo die Bevölkerung sich dauernd in Städten Staaten bildend vereinigte.

Arabien liegt in solcher Richtung dem afrikanischen Sudan gegenüber, dass es im Süden der Steppen, wie die Sahara, von dem regenlosen Passatwinde in allen Jahreszeiten getroffen wird. Aber nur der dritte Theil der Oberfläche ist unveränderliche Wüste⁶⁸): denn die arabische Halbinsel hat den grossen Vorzug vor der afrikanischen Sahara, dass ihre Küsten von Randgebirgen umschlossen werden, die wenigsten im Südwesten und Osten breit und fruchtbar sind, dass aber auch im Innern sich einzelne grössere Berglandschaften, wie Shomer (28—26° N. B.) und Nejed (25°), erheben, die vermöge ihres reichlichen Winterregens Sitze des Wohlstands und der Kultur geworden sind. So fand Palgrave, der erste gebildete Europäer, der Riad, die Hauptstadt von Nejed, erreichte, Staatsform und Lebensweise daselbst auf gleicher Höhe mit den übrigen Reichen des Islam. Die Grenze der Steppe und Wüste ist also auch hier, wie in Algerien, die Grenze der Viehzucht und der

Dattelpflanzungen. Auch die arabische Wüste verdankt ihre Oasen und ihr unterirdisch strömendes Wasser den Niederschlägen, welche die Erhebung des Bodens zu Gebirgen veranlasst. Wie weit aber auf dem viel höher als die Sahara gelegenen, arabischen Tafellande selbst die Winterregen nach Süden reichen, ist wenigstens im Inneren des Landes noch nicht genau bekannt. Auf der Sinai-Halbinsel sind die Niederschläge ungewiss, weiterhin reicht die Steinwüste wenigstens bis in die Nähe des todten Meers [31° N. B.⁶⁹⁾], aber im Inneren schweifen die Beduinen bis zu den centralen Berglandschaften, und finden im Nufud (31—28° N. B.) bis zu den Grenzen von Shomer das reichste Weideland. Hier beginnt erst jenseits der Gebirgsoasen die grosse Wüste Dahna, die sich bis zu den südlichen Randgebirgen ausdehnt, und, von den Nomaden unbetreten, weder Wadis noch Oasen zu enthalten scheint (24—15° N. B.). In Arabien also weichen die Grenzen der Sahara weiter nach Süden, als irgendwo sonst, weil durch das Randgebirge auch den Seewinden, die dem Passat begegnen, die Feuchtigkeit entzogen wird.

Jenseits des persischen Golfs ist der Küstensaum bis zur Mündung des Indus der Sahara ähnlich, die Vegetation als ein Uebergang zur Steppenflora zu bezeichnen. Jenseits des Indus sind dann noch einmal mit dem regenlosen Klima im Tieflande von Sind und Rajwara die Bedingungen der afrikanischen Wüste vollständig ausgeprägt. Da aber hier kein Passat herrscht, sondern die Herrschaft der indischen Monsune beginnt, so hat man die Regenlosigkeit dieser Landschaft für eine räthselhafte Erscheinung gehalten⁷⁰⁾ und gefragt, wie bei gleichem, halbjährigem Wechsel von Land- und Seewinden, bei gleich ebenem Niveau des Bodens im Gangesdelta von Bengalen tropischer Wald und in Sind wasserlose Wüste habe entstehen können. Die Erklärung, die schon bei Indien angedeutet wurde, ist hier noch zu vervollständigen. Wenn der südwestliche Monsun weht, ist der Boden der Indus-Delta bei Weitem heisser, als das Meer, und die Luftströmung kann daher, auf ihrem Wege sich erwärmend, keinen Wasserdampf verdichten. Ebenso regenlos bleibt auch der Winter, weil der dann wehende Nordost den Charakter des Passats hat. Wo der Südwestmonsun Regen erzeugt, ist

es die Erhebung des Landes, welche die Niederschläge hervorruft. Der Gangesmündung liegt der Himalaja um das Doppelte näher als der des Indus, und dazu kommen die Wirkungen der Verdunstungskälte, welche auf dem dicht bewachsenen Sumpfboden der Sunderbunds sehr beträchtlich sein muss. Auch fehlt in Bengalen ein Einfluss, der am Indus von hoher Bedeutung ist, wo die Aspiration aus dem nahen Tafellande Afghanistans im Sommer Luftmassen von hoher Trockenheit herbeiführt, die, dem Seewinde über der indischen Wüste begegnend, dessen Wasserdampf aufgelöst zu erhalten beitragen.

Immer ist es Regenlosigkeit, welche auch in Asien die Bedingungen der Sahara-Vegetation wieder hervorruft, und so erwähnt Hooker⁷¹⁾ selbst in der äussersten Südspitze der ostindischen Halbinsel eine Landschaft in der Gegend von Madura, welche die Pflanzenformen der Wüste wiederholt, weil auf den rings sie umschliessenden Bergketten alle Feuchtigkeit ihr verloren geht.

Solche Erscheinungen sind in der einförmigen Bodengestaltung Afrikas unbekannt. Vielmehr ist die Südgrenze der Sahara eine nach dem Verhältniss der Sommerregen Sudans regelmässig verlaufende Linie¹⁾. Nur am rothen Meere sind die Verhältnisse eigenthümlicher Art, hier fällt die Grenze der Vegetation Sudans mit der der tropischen Regen nicht zusammen. Russegger bemerkte nämlich, dass die nubische Küste nirgends ganz regenlos sei, indem die von Südwestwinden begleiteten Sommerregen sich nordwärts zwar verkürzen, aber doch fast bis zu der Breite bemerkt werden, wo die Winterregen beginnen (21° N. B.), die (wie im Nil-Delta) dem Litoral bis zur Landenge von Suez eigen sind, aber freilich nur schwach und unregelmässig eintreten. Es fehlen also hier die Bedingungen nicht, unter denen eine Vermischung der Vegetationscentren der Sahara und Sudans möglich ist. In der That hat Schweinfurth⁷²⁾ am Wendekreis »eine scharfe Vegetationsgrenze« beobachtet und durch einen Katalog der an dieser Küste (22° N. B.) einheimischen Pflanzen nachgewiesen, dass die Flora von Sudan hier weiter nach Norden reicht, als am Nil. Zwischen Nubien und dem Innern von Arabien besteht sodann der merkwürdige Gegen-

satz, dass die Vegetation der Sahara, die dort bis zum Wendekreise südwärts reicht, hier unter derselben Breite erst beginnt, um sich weiterhin nach Süden zu entwickeln ($24-15^{\circ}$ N. B.). Der Einfluss des arabischen Meerbusens bewirkt sogar, dass die tropische Küstenwaldung des Avicennien an der nubischen Küste sich neben den Wüstenpflanzen noch diesseits des Wendekreises angesiedelt hat.

VIII.

• S u d a n.

Klima. Als Vegetationsgebiet von Sudan werden alle Landschaften Afrikas zusammengefasst, in denen tropische, dem Zenithstande der Sonne entsprechende Regenzeiten vorkommen. Von Küste zu Küste reichend, wird dieses Gebiet in beiden Hemisphären durch den 20. Parallelkreis begrenzt, sofern man von gewissen Abweichungen absieht, unter denen die bedeutendste die Erweiterung zu einem langgestreckten Schenkel an der Südostküste von Natal ist, wo die tropischen Regen bis zum 30. Grade S. B. bemerkt werden. So weit weht hier im Sommer der Passat des indischen Oceans senkrecht gegen die terrassenförmig ansteigende Küste und entladet seine Feuchtigkeit vom November bis zum März¹⁾ an der dem Meere zugewendeten Abdachung.

Der grösste Theil von Sudan verdankt seine Niederschläge der Solstitialbewegung²⁾ und steht, wenn die Sonne vom Zenithstand sich entfernt hat, unter der Herrschaft trockener Passatwinde. Dadurch werden die klimatischen Bedingungen der Vegetation auf dem weiten Raume so einförmig und die Verbreitungsbezirke vieler Gewächse ausgedehnt. Es fehlen die grossen Gebirgsketten Asiens und Amerikas, wodurch die Flora mit dem Klima sich mannigfaltig gliedern kann. Die höchsten Erhebungen im tropischen Afrika sind vereinzelte Gebirgskegel, wie der Camerun-Vulkan an der Küste von Guinea, oder räumlich engbegrenzte, nicht zu klimatischen Grenzscheiden entwickelte Gruppen, wie der Kilimandscharo und Kenia, oder die abessinischen Hochlande. Auch die Hebungslinien, welche in wechselndem Abstände vom Meer und ohne bedeutende

Gestaltung beide Küsten begleiten, sind nicht sowohl Randgebirgsketten, wie die des Plateaus von Centralasien, sondern nur die äusseren Anschwellungen eines nach dem Inneren des Kontinents sanft abgedachten Tafellandes, welches tief genug liegt³⁾, um überall tropische Pflanzenformen zuzulassen. Auf diesen Flächen wehen die Passatwinde ungehemmt über die ganze Breite des Kontinents. Dazu kommt, dass der Norden, zwischen dem Atlas und Abessinien ganz geöffnet, auf den niedrigen Höhen der Sahara dem natürlichen Charakter des Passats den freisten Spielraum lässt und in den trockenen Jahreszeiten auch auf das jenseitige Sudan einen bedeutenden Einfluss ausübt. Diese plastische Bildung des Kontinents ist es, welche die Niederschläge meistens auf ein kürzeres Zeitmass einschränkt, dem Pflanzenleben nur periodische Entwicklung gestattet und den vorherrschenden Savanencharakter Afrikas bestimmt.

Überall wo die Regenzeit durch den ansteigenden Luftstrom veranlasst wird, der kurz nach dem Zenithstande der Sonne oder zugleich mit demselben sich ausbildet, sind die Niederschläge reichlich, weil der über seine Hemisphäre hinübergreifende Passat, nachdem er in die Wolkenschicht der Atmosphäre gehoben ist, seinen Wasserdampf plötzlich zum Erdboden entlädt. Die Zeit, in der diese rasche Circulation des Wassers anhält, ist zunächst von der geographischen Breite abhängig. Am Aequator sind die beiden Zenithstände der Sonne um ein halbes Jahr aus einander gerückt: gegen die Wendekreise, wo sie zuletzt in denselben Zeitpunkt zusammenfallen, nähern sie sich einander allmählig mit wachsender Polhöhe. Die höheren tropischen Breiten haben daher nur eine einzige und die verhältnissmässig kürzeste Regenzeit, in den Aequatorialgegenden sollten eigentlich immer zwei Regenperioden auftreten, die aber oft nur wenig geschieden sind und daher, namentlich im Gebirge, zu einer einzigen Periode von längerer Dauer sich verschränken können. Ob dieselbe in den Ebenen Afrikas irgendwo, wie im Aequatorialgebiete Amerikas zu ununterbrochener Feuchtigkeit sich steigern, ist zwar noch nicht mit Sicherheit zu entscheiden: aber bis jetzt reden die Reisenden fast nur von periodischer Laubentwicklung, und der einzige Raum, wo Urwälder mit Blüthezeiten in allen Monaten sich finden könnten, müsste zwischen dem Niger und dem Congo liegen. in dem einzigen noch ganz unbekanntem Theile des

Kontinents, der nun von Osten her bis zu den grossen Seen Albert-Nyanza und Tanganyika auch in diesen aequatorialen Landschaften erschlossen ist.

In den höheren Breiten Sudans dauert die Periode der Niederschläge gewöhnlich nur drei bis vier Monate. In den Aequatorial-gegenden folgt die kürzere Regenzeit dem ersten, die längere dem zweiten Zenithstande der Sonne: die Gesamtdauer pflegt sechs bis acht Monate zu umfassen, aber oft ist die Mannigfaltigkeit dieser Erscheinungen weit grösser. Denn in gewissen Landschaften und namentlich in den Gebirgen hängen die Regenzeiten nur mittelbar von der Solstitialbewegung ab, die Gestaltung des Kontinents nach seiner Erhebung und Ausdehnung bestimmt hier die Periode und Dauer der Niederschläge. So fällt im Hochlande am Viktoria-Nyanza-See Regen in allen Monaten⁴⁾, weil sowohl nördliche wie südliche Luftströmungen aus tieferen Gegenden kommen und hier ihre Feuchtigkeit verlieren. Wie ferner bereits von der Küste von Natal bemerkt wurde, dass daselbst im Sommer ein Passat herrscht, der, an schräger Fläche hinaufwehend, dadurch eine nasse Jahreszeit hervorbringt, so wiederholt sich dieselbe, den indischen Monsunen vergleichbare Periodicität der Luftströmungen in dem Meerbusen von Guinea. Hier aspirirt das nördliche Stromgebiet des Niger während der Sommermonate, indem es soviel stärker erhitzt wird als das atlantische Meer, und eine südwestliche Luftströmung weht alsdann in der Richtung dieses Wärmeentrums gegen die Küsten von Guinea, so weit diese nach Süden gerichtet sind. Vom Kap Palmas bis zum Camerun bringt ihnen der Südwestwind die Regenzeit, die an der Elfenbeinküste⁵⁾ von Mitte März bis zum November dauert. Ebenso beginnen im März die südlichen Luftströmungen und werden im November durch den Nordostpassat verdrängt. Uebereinstimmende Beobachtungen liegen auch aus Joruba⁶⁾ vor. Die Regenzeit beginnt also an der Südküste von Guinea (5° N. B.) einen Monat früher, als die Sonne im Frühling in den Zenith eintritt, woraus hervorgeht, dass nicht die Solstitialbewegung allein, sondern zugleich der Uebergang der Luftströmung vom Meere auf das Festland die ersten Niederschläge veranlasst. In weiteren Verlaufe macht dann die Sonne ihre Rechte geltend. Mit wachsender Sommerwärme rückt der aufsteigende Luftstrom tiefer in den Kontinent nach Norden.

Mitte Juli und August tritt eine Minderung der Niederschläge ein, eine Unterbrechung zweier Regenzeiten, aber, wie Burton bemerkt, nicht so bestimmt, wie am Gabun. Nebelbildungen sind auch dann noch häufig. Es ist merkwürdig, dass in einem so geringen Abstände, nicht bloss am Gabun, der in der Nähe des Aequators mündet, sondern auch auf der Inselreihe von Fernando-Po bis S. Thomé, die Regenzeit fast entgegengesetzt sich verhält wie an der Südküste von Oberguinea: auf der Insel Corisko (1° N. B.) halten die Niederschläge vom September bis Mai an und die Monate Juni bis August sind heiter und regenlos⁷⁾. Hier entspricht die nasse Jahreszeit deutlicher dem Zenithstande der Sonne in den Aequinoctien. Es möchten dabei aber auch andere Verhältnisse mitwirken, theils die Richtung der Küste, theils der Einfluss der Meeresströmungen⁸⁾. Die Küste biegt sich vom Camerun aus nach Süden, der im Sommer herrschende Wind weht also ihrer Hebungslinie entlang, ohne zu höheren und kälteren Schichten der Atmosphäre abgelenkt zu werden. Sodann geht dieser Wind von dem südatlantischen Meeresstrom zu der wärmeren Guinea-Strömung über und wird, auf seinem Wege erwärmt, von einem heiteren Himmel begleitet. Allein es verdient näher untersucht zu werden, ob an den hohen Bergen, die auf den Inseln und namentlich in Fernando-Po auftreten, nicht Wind- und Lee-Seite sich verschieden verhalten und die erstere, wie zu erwarten ist, nicht auch im Sommer befeuchtet werde. So wird von S. Thomé und Principe erwähnt, dass die Gebirge fast das ganze Jahr hindureh von Nebel und Wolken verhüllt sind⁹⁾.

Im Inneren des aequatorialen Afrikas beobachtet man Verschiebungen der Regenzeiten, die, diesem Kontinent eigenthümlich, von seiner Grösse und plastischen Gestaltung bedingt sind. Livingstone¹⁰⁾ warf die Frage auf, weshalb die Quellgebiete der grössten afrikanischen Ströme, des Nil, Zambesi und Congo, südlich vom Aequator liegen, wahrscheinlich sämmtlich in Londa sich berührend (6 — 12° S. B.), und diese Gegenden so viel feuchter zu sein scheinen, als z. B. Darfur. In Londa fand er immergrüne Wälder, die in Afrika so selten sind. Im Norden des Aequators ist offnes Tiefland, auf welches der Passat der Sahara einen austrocknenden Einfluss ausübt. Erst im Süden der höher gelegenen Aequatorialterrasse beginnt die abgeschlossene Depression des südafrikanischen Hoch-

landes, deren Lage die Niederschläge verstärkt und verlängert. Burton hat das Verdienst, auf seiner berühmten Reise nach dem Tanganyika-See diese Verhältnisse bestimmter nachgewiesen zu haben: ich will versuchen, an seine Darstellung einige allgemeine Folgerungen zu knüpfen.

Burton gelangte von Zanzibar aus, von Osten nach Westen fast auf denselben Parallelkreisen ($5-7^{\circ}$ S. Br.) fortwandernd, tief in die centrale Depression des Kontinents. Schon der Umstand, dass der Reisende in derselben geographischen Breite die Regenzeiten, je weiter er vorrückte, verändert fand, beweist, dass die Ursache dieses Wechsels nicht bloss in der Solstitialbewegung, sondern auch in der Rückwirkung des Erdkörpers enthalten ist. Die den Zenithständen der Sonne entsprechenden beiden Regenzeiten von Zanzibar reichten bis zu der hier gegen 50 g. Meilen von der Küste entfernten Hebungslinie der Usagara-Berge, an deren östlicher Abdachung¹¹⁾ auch in den übrigen Monaten häufige Niederschläge vorkommen, weil der aufwärts wehende Passatwind hier ebenfalls seine Feuchtigkeit entladet. Sobald der Kamm überstiegen war, begann an der Westseite desselben das trockene Klima von Ugogo, wo die Regenzeit kaum drei Monate dauert und in den Sommer der südlichen Hemisphäre fällt, zuweilen auch fast ganz ausbleibt. Die lange Dürre ist hier vom Südostpassat begleitet, der seine Feuchtigkeit bereits verloren hat, und beim Eintritt der Regenzeit durch einen Nordostwind verdrängt wird, also durch eine Aequatorialströmung, die von den zu dieser Zeit stärker erhitzten, südlicheren Breiten aspirirt wird. Die beiden folgenden Landschaften, die bis zum See Tanganyika sich allmählig herabsenken, sind dadurch ausgezeichnet, dass die Regenzeit westwärts immer früher eintritt und sich zuletzt bis auf 8 Monate verlängert¹¹⁾: in Unyamwezi begann sie im November, am See zu Ujiji schon im September und dauerte bis Mitte Mai. In beiden Fällen war sie von wechselnden Winden begleitet. Es ergibt sich also hieraus, dass in Unyamwezi die Niederschläge kurz nach dem zweiten Zenithstande der Sonne eintreten, in Ujiji dagegen demselben einen Monat vorausgehen. Aehnlich verhält es sich auf der nördlichen Hemisphäre mit den beiden Regenzeiten von Gondokoro¹²⁾ am Nil (5° N. B.), wo die Frühlingsregen im Februar, die des Herbstes im August, also in beiden Fällen ein bis zwei

Monate vor dem Zenithstande der Sonne beginnen, begleitet entweder von Süd- oder Nordost-Winden, die von höher gelegenen Landschaften herabwehen. Der Tanganyika-See bildet ebenso, wie das Nilthal von Gondokoro, eine Einsenkung des Kontinents im Verhältniss zu den Hochländern an den Nyanza-Seen und zu der Küstenterrasse von Abessinien bis zu den Usagarabergen. Diese der Mitte des Kontinents genäherten Depressionen werden weit stärker durch die Sonne erhitzt, als die höheren Landschaften, die sie umgeben. Dort bildet sich früher als hier ein aufsteigender Luftstrom aus, aus welchem der Wasserdampf niederfällt; sie wirken aspirirend auf ihre Umgebungen, noch ehe die Sonne in den Zenith eingetreten ist. Die Verschiebung und Verlängerung der Regenzeiten ist also eine Folge der plastischen Gestaltung des Kontinents. Es scheint in der Mitte Afrikas eine Gruppe von abgesonderten Wärmecentren zu liegen, die jedoch keinen Schluss auf das Niveau der unbekanntenen Landschaften zulassen. Es ist ebenso gut möglich, dass das Tiefland des Benue, welches nach Baikie¹³⁾ in Adamawa (9° N. B.) nur einige hundert Fuss über dem Spiegel des Meers liegt, sich weithin nach Süden erstreckt, als dass es von dem Einschnitt des Tanganyika durch Hochlande getrennt wird, gleich denen an den beiden Nyanza-Seen, die nun in ihrer aequatorialen Richtung vom Kilimandscharo bis zur Mitte des Kontinents nachgewiesen sind und die Ebenen am Nil von den südlichen Depressionen absondern. Der Charakter dieser inneren Hebungslinie scheint mit der der Küstenterrassen übereinzustimmen, ist daher nicht als Mondgebirgskette, sondern als Anschwellung mit einzeln hervorragenden Bergen aufzufassen. Die Frage, ob sie sich vom Albert-Nyanza westwärts bis zur Küste des atlantischen Meers fortsetzt, ist, wie späterhin zu erörtern sein wird, für die Anordnung der afrikanischen Gebirgsflora äusserst wichtig, aber die Richtung der Winde und andere klimatische Werthe lassen es bis jetzt nicht erkennen, ob in den Aequatorialgegenden getrennte oder zusammenhängende Wärmecentren vorhanden sind. Wäre der ganze Kontinent ein einziges Tiefland, so würde der innere Raum ein aspirirendes Wärmecentrum sein, stärker erhitzt als die aequatorialen Küsten, weil die Fläche so gross ist, dass die verschiedene Erwärmungsfähigkeit von Festland und Meer sich geltend machen müsste und man daher auch hier, wenn auch in anderem

Sinne wie in den gemässigten Zonen, von einem Gegensatz kontinentalen und Seeklimas sprechen könnte. Da aber die centralen Depressionen meistens hoch genug über den Küsten liegen, um diese Einflüsse auszugleichen, so tragen die Niveauverhältnisse dazu bei, die Bedingungen des Pflanzenlebens an den Küsten und im Inneren übereinstimmender zu gestalten. Die Wärmeceentren haben zwar längere Regenzeiten, und dies ist die Ursache einer gewissen Mannigfaltigkeit, aber ebenso wechselt deren Dauer nach der geographischen Breite und nach den Hebungslinien, so dass die Gliederungen der Vegetation unregelmässig vertheilt sind und vielleicht nur im Westen und im Süden des Aequators, in Nieder-Guinea und Louda zu einem grösseren, selbstständigen Gebiete feuchterer Tropenlandschaften sich abstufen.

Die Grösse und Einförmigkeit Sudans äussert auch einen eigenthümlichen Einfluss auf den Gang der Temperatur. Von Indien und Südamerika unterscheidet sich Afrika dadurch, dass die Luft sich des Nachts immer sehr beträchtlich abkühlt. So sehr auch in der trockenen Jahreszeit die Sonne bei Tage den Erdboden erhitzt hat, dass sogar Felsblöcke, wie Livingstone in den Njassa-Gegenden beobachtete, durch die ungleiche Ausdehnung der Oberfläche und des Inneren plötzlich zersprengt werden, in der Nacht sinkt das Thermometer so tief, dass der Reisende sich vor Sonnenaufgang gern in erwärmende Decken hüllt¹⁴⁾. Reichlicher Thau ist daher in den Savanen Sudans eine sehr gewöhnliche Erscheinung. Dieser täglich wiederkehrende, schroffe Wechsel der Temperatur wird als eine der Hauptursachen von der Unbewohnbarkeit der Ebenen Sudans für die kaukasische Race angesehen. Wie allgemein die Verderblichkeit des Klimas sei, geht schon daraus hervor, dass weitaus die meisten wissenschaftlichen Reisenden und in den verschiedensten Landschaften hingerafft wurden, während aus den übrigen Tropenländern die namhaften Forscher fast ohne Ausnahme glücklich heimgekehrt sind. Mögen auch die Malariastoffe, welche die tödtlichen Wechselfieber der Tropen erzeugen, in Sudan allgemeiner als anderswo verbreitet sein und durch die Passatwinde ungehindert über weite Fernen ihre schädlichen Keime austreuen, so ist es doch der stetig wiederkehrende Wechsel gesteigerter und unterdrückter Hautthätigkeit, wodurch der regelmässige Gang der Funktionen gehemmt und die Kraft, der Malaria Widerstand zu leisten, gelähmt wird.

Sollten nicht auch diesen Verhältnissen des Klimas die einheimischen Pflanzenformen ebenso wie die thierischen Organisationen Afrikas angepasst sein? Auf diese Frage werden wir zurückkommen, aber zunächst zu untersuchen haben, worin die physische Ursache liege, welche die täglichen Temperaturoegensätze über das natürliche Mass erhöht, dadurch die dauernde Selbständigkeit der Fauna und Flora vor Einwanderungen sichert und die Thatsache erklärt, dass die Negerrace, nicht wie die der amerikanischen Indianer oder der oceanischen Insulaner, vor dem eindringenden Europäer zurückweicht und zu Grunde geht, sondern sich innerhalb der natürlichen Schranken, in denen sie sich entwickelt hat, für alle Zeit behaupten kann. Dass hier die Natur einen Schauplatz eigenster Selbständigkeit bewahren will, zeigt sich schon darin, dass die Berührungen mit der Civilisation der alten Welt seit dem fernsten Alterthum bestanden und, weder durch Meer noch Gebirge gehemmt, doch so wenig gewirkt haben.

Die Gestalt und die Ausdehnung Afrikas über beide tropische Zonen unterscheidet diesen Kontinent von den übrigen durchaus. Nach einer angenäherten Schätzung ist die Grösse des Gebiets von Sudan allein auf beinahe 300000 q. Quadratmeilen anzuschlagen; sie ist doppelt so gross als die des ganzen tropischen Asiens und entspricht dem Umfange Amerikas innerhalb der Wendekreise, wo aber die Vertheilung des Festlands in beiden Hemisphären höchst ungleich ist und die grössere Hälfte durch ihre klimatische Mannigfaltigkeit so sehr von dem einförmigen Afrika abweicht. Die Folge ist, dass nirgends auf der Erde die Passatwinde in gleichem Grade kontinental entwickelt sind, wie in Afrika, und dass sie hier an beiden Wendekreisen regenlose Wüsten erzeugen, von denen die eine von beispiellosem Umfang ist. Die grossen Wüsten Asiens und Amerikas liegen in den gemässigten Zonen, die afrikanischen greifen bedeutsam in das tropische Gebiet ein. In weit grössere Fernen aber scheint der Einfluss ihres heiteren Himmels auf das ganze Sudan sich zu erstrecken, da die starke nächtliche Abkühlung ja wesentlich als eine Folge der Radiation, der verhältnissmässigen Wolkenlosigkeit der Atmosphäre gedacht werden muss. Denn wenn auch die nächtlichen Regen und Gewitter der nassen Jahreszeit ähnlich wirken können, so ist doch die Erscheinung nicht auf diesen Zeitraum

beschränkt und überhaupt zu allgemein und Afrika zu sehr eigenthümlich, als dass hier Momente in Betracht kommen, die auch anderen heissen Ländern gemeinsam sind. Der nördliche Passatwind weht über die trockene Sahara nach Sudan, der südliche, nachdem er an der östlichen Küstenterrasse von dem Wasserdampf des indischen Oceans verloren hat. Die Regenzeiten in Sudan beruhen nicht allein, wie in Asien und in vielen Theilen Amerikas, auf der Feuchtigkeit, welche von der Oberfläche benachbarter Meere verdunstet ist, sondern zum Theil auf der Circulation des Wassers im Binnenlande selbst, auf mächtigen Flüssen, grossen Seen und auf der Vegetation, die das Wasser sammelt und wieder entlässt. Auf tropischen Inseln nicht bloss, sondern auch in den anderen tropischen Kontinenten, Australien ausgenommen, ist der Austausch zwischen Meer und Festland grösser, die Atmosphäre dampfreicher, die Bildung von Nebel und Wolken geht leichter von Statten und dadurch mässigt sich der Gegensatz der Zuführung und Entziehung der Wärme, den in diesen Breiten die gleichmässig lange Dauer der Nacht steigern würde. Die entgegengesetzten Verhältnisse in Afrika werden natürlich in der trockenen Jahreszeit stärker als in der Periode der Niederschläge hervortreten: wenn westliche Winde den Passat verdrängen und die Feuchtigkeit vom atlantischen Meere aus vermehrt wird, mindert sich der Unterschied von Tag- und Nachtwärme. Allein es ist auffallend, dass die Frage, wann die Malaria am gefährlichsten wirke, in den Berichten der Reisenden verschieden beantwortet wird. In Sennaar und am Niger fürchtet man am meisten die nasse Jahreszeit, während Burton dieselbe in den Aequatorialgegenden für die gesündere hält⁶⁾: vielleicht lassen sich die Meinungen durch die Erklärung ausgleichen, dass zwar die Malaria auf feuchtem Boden sich erzeugt, bei dem Uebergang der Nässe in Trockenheit in der Atmosphäre sich ausbreitet und die Luft vergiftet, dann aber auch der menschliche Organismus durch die stärkeren Temperaturschwankungen der regenlosen Periode geschwächt und für Krankheitsstoffe leichter empfänglich ist.

Vegetationsformen. Die reiche Entwickelung der Gramineenform bildet den hervorstechendsten Charakterzug der Flora von Sudan und entspricht der Periodicität des Klimas, der verhältnissmässig langen Dauer der trockenen Jahreszeit, die über unermessliche

Räume die Savanen ausbreitet. Und doch ist Afrika nicht von Hirten bewohnt, sondern überall, wo die Gräser vorherrschen, blühendem Ackerbau und jeder tropischen Pflanzenkultur zugänglich. Denn wie die Savanen sich dadurch von den Steppen der gemässigten Zone unterscheiden, dass sie den Baumwuchs zulassen, weil durch die hohe Wärme und die Masse der Feuchtigkeit der Entwicklungsprocess beschleunigt wird, so ist auch die Bestellung des Bodens unbeschränkt und die Negerrace hat sich allenthalben auf die Stufe des Ackerbaus gehoben, ohne dadurch, wie es doch in Indien der Fall war, zu geistigem Lebensinhalt erwacht zu sein. Livingstone¹⁵⁾, der grösste Kenner dieses Gebiets, der jedoch nicht mit botanischem Auge die Unterschiede des Vegetationscharakters aufzufassen vermochte, bemerkte über das Verhältniss beider Länder, dass der Boden und die Physiognomie der wellenförmigen Ebenen im Süden des tropischen Afrikas gerade wie in Dekkan sich ausnahmen, dass aber dort die Zeugnisse menschlicher Arbeit, die Landstrassen, die Denkmale fehlen, das Reich der Neger erscheine ihm, als sei es so eben aus der Hand des Schöpfers hervorgegangen und der Mensch habe nichts Dauerndes geleistet. Nicht einmal das Thierleben hat er zu unterjochen und einzuschränken gewusst, und so tritt es gewaltig und feindlich auf, wie in der europäischen Diluvialzeit. Aber gerade darin zeigt sich ein eigenthümlicher Zusammenhang, dass die sich selbst überlassene Natur hier ein so vollkommenes Gleichgewicht zwischen Thier- und Pflanzenleben hergestellt hat, oder vielmehr dass dasselbe mehr in die Augen fällt, als in anderen Ländern, wo die Säugethiere minder zahlreich sind. Hier steht die Masse der in den Savanen gebotenen Nahrungsstoffe in einem so auffällig angemessenen Verhältnisse zu den Schaaren grosser, weidender Thiere, und diese wieder zu den in ihrer spärlicheren Fortpflanzung zurückstehenden Fleischfressern. Allein weit merkwürdiger ist die That- sache, dass dieses Verhältniss nicht bloss in der Zahl der Individuen, sondern auch in der Mannigfaltigkeit der Arten sich ausspricht. Wie es kein Land giebt, wo die Verschiedenheit der grossen Säugethiere auch nur entfernt dem Reichthum der afrikanischen Fauna sich näherte, und wie unter ihnen wiederum das Geschlecht der in Heerden vereinigten Antilopen die bei Weitem zahlreichsten Arten hervorbringt, so sind auch die Gramineen nicht bloss durch ihr geselliges

Wachsthum, sondern auch durch die grösste Mannigfaltigkeit ausgezeichnet. Sie bilden in Abessinien¹⁶⁾ fast 12 Procent von der Gesamtzahl der Phanerogamen, während beispielsweise in Westindien unter den Gefässpflanzen nur 4—5 Procent Gramineen enthalten sind. In Abessinien trägt die Erhebung des Landes zum Artenreichtum der Gräser bei, aber auch in den ebenen Landschaften ist das Wachsthum des Rasens ungemein wechselnd, bald die höchste Energie tropischer Natur entfaltend, bald in der Verkürzung und dichten Verbindung der Organe dem Wiesenteppich des Nordens vergleichbar oder auch zur Dürftigkeit der Steppe herabsinkend. Die Gruppen der Paniceen und Andropogineen, welche in den Savanen der heissen Zone stets überwiegend vertreten sind¹⁷⁾, zeigen eine grössere Verschiedenheit in der Bildung ihres Rasens, als die Poaceen höherer Breiten. Gewöhnlich sind ihre Blätter indessen härter als bei diesen und dadurch den Steppengräsern ähnlicher: sie entsprechen den periodischen Niederschlägen, erhalten sich in der Dürre eine Zeit lang, bis sie zuletzt gelb werden und absterben, während der Wiesenrasen, von terrestrischem Wasser befeuchtet, selbst unter der Schneedecke frisch und grün bleibt. So thut es den Savanen Afrikas keinen Eintrag, dass die Neger, um kleine Fleckchen urbaren Bodens zu gewinnen, die grossen Flächen verdorrten Grases in der trockenen Jahreszeit durch Feuer zerstören: aus den unterirdischen Organen spriessst, sobald die Regen beginnen, neues Leben mit überraschender Schnelligkeit wieder hervor. Nicht bloss vom Klima, von dem Verhältniss der beiden Jahreszeiten, ist die verschiedenartige Physiognomie der Savanengräser abhängig, sondern auch vom Boden, von der Mischung der Erdkrume und seiner Kraft, das Wasser zurückzuhalten. Dies geht daraus hervor, dass die Hochgräser, die den Wuchs der Menschen überragen, noch in Gegenden angetroffen werden, wo die Regenzeit nur vier bis fünf Monate dauert, wie in Senegambien¹⁸⁾. Ein charaktervolles Landschaftsbild von dem dichten Wachsthum dieser hohen Gramineen findet sich in dem Barnim'schen Reisewerke¹⁹⁾ aus Sennaar: man sieht hier, wie selbst die Giraffen sich leicht in einer Vegetation verbergen, aus der sie mit aufgerichtetem Kopfe nur den oberen Theil des Halses hervorstrecken können. Es ist dies die für die Waldlichtungen am Nil bezeichnende Andropoginee Adar mit breiten,

gewellten Blättern, deren Halm die Höhe von 15—20 Fuss erreicht, und die unter den nicht holzigen Gramineen wohl die grösste bekannte Form ist. Die gewöhnliche Bildung der tropischen Hochgräser wird daselbst durch das wilde Zuckerrohr (*Saccharum spontaneum*) vertreten, dessen Halme nach Hartmann 6—12 Fuss messen. Wie bedeutend diese hohen Grasdickichte auf die Physiognomie des tropischen Afrikas einwirken, zeigen die Beobachtungen Livingstone's, der das Tiefland vom Delta des Zambesi 20 bis 60 g. Meilen landeinwärts von ihnen bedeckt fand¹⁵⁾. Sie beginnen hier unmittelbar innerhalb des Gürtels des Mangrovwaldes und, obgleich auf den schmalen Fusspfaden das Gras den Jäger verbirgt, ist doch wegen der Dichtigkeit des Wachstums jede Jagd unmöglich. An der westlichen Abdachung, im breiten Thale des Coango, eines der Congo-Zuflüsse, besteht die Savane ebenfalls aus 8 Fuss hohen Gramineen¹⁰⁾. In den Aequatorialgegenden trafen Speke und Grant diese grossen Savanengräser noch in den über 3000 Fuss hoch gelegenen Landschaften am Viktoria-Nyanza-See⁴⁾: in Uganda behinderten sie die Viehzucht, weil die Heerden nicht in sie eindringen können, aber auf dem Hügellande im Norden des Sees gingen sie in einen Rasen über, der nur 3 Fuss hoch war. Ebenso verhalten sich die weiten Hochflächen im Innern jenseits der südlichen Küstenterrasse des Zambesigebiets, die von Savanen erfüllt sind, deren Rasen Livingstone mit den reichen Wiesentriften Englands vergleicht¹⁵⁾. Aehnlich ist auch der Wechsel hochwüchsiger und niedriger Formen, wenn man sich den Grenzen des Gebiets gegen die nubische Wüste hin nähert: im Süden der Bejudah-Savane, die am linken Ufer des vereinigten Nils bei Chartum sich ausbreitet (15—18° N. Br.) erwähnt Hartmann¹⁹⁾ ein *Andropogon*, welches dem Kameelreiter bis über den Kopf reicht, wogegen andere Arten nur 1 bis 3 Fuss hoch waren; an manchen Stellen glich hier die Savane in der trockenen Jahreszeit »einem eng gesäteten, unermesslichen Kornfelde«. Steudner²⁰⁾ sagt über die Savanen in Sennaar das Nämliche, fügt aber hinzu, dass nur, wenn man sie aus der Entfernung betrachte, die Vergleichung mit einem reifen Getraidefelde völlig zutreffend sei, und dass in der Nähe die über Mannshöhe reichenden Gräser sich in getrennte Büschel auflösen, mit kleinen Zwischenräumen nackten Erdreichs, also sich die Rasen der Steppe,

aber in tropischer Fülle, wiederholen. Auch das Wasser an den Flussufern und Binnenseen erzeugt in Sudan überall einen dichten Kranz von hohen Rohr- und Schilfgewächsen, neben welchen die schwimmenden Blätter der Lotusblumen und Pistien sich ausbreiten. Am Viktoria-Nyanza und längs des weissen Nils herrscht das Papyrus-Schilf, oft begleitet vom Ambak oder Korkholzgebüsch (*Herminiera elaphroxylon*), welches auch an den Flüssen Senegambiens vorkommt und durch das Wachsthum im Wasser an die Mangroven der Küste erinnert. Dem Uberschwemmungsgebiet der afrikanischen Ströme, die auf der ebenen Fläche in der Regenzeit zu periodischen Landseen sich erweitern, entspricht diese Leguminose mit saftreichem Fiederblatt, indem der schwammige Stamm im raschesten Wachsthum »noch 10—15 Fuss über den höchsten Wasserstand« emporschießt und auf dem abgetrockneten Boden bis auf die Wurzel wieder abstirbt²¹⁾.

Unter den Bäumen Sudans, wo die holzreicheren Gegenden meist lichter sind oder auf der Savane die Stämme sich zerstreuen, werden die in die Höhe strebenden Formen des düstern, amerikanischen Urwalds vermisst. Bauholz von Werth findet sich nur selten, wogegen Hölzer von grosser Härte gewöhnlich sind¹⁵⁾, unter denen das afrikanische Teak hervorragt (*Oldfieldia africana*, nach J. Müller eine Sapindacee). Den Wuchs europäischer Waldbäume erreichen nur wenige afrikanische Formen: zu den höchsten gehört der Ceril-Cedro, eine dem Mahagoni-Baum verwandte, 80—100 Fuss messende Meliacee²²⁾ (*Khaya senegalensis*), die am grünen Vorgebirge und am Gambia, also gerade in einem Klima von kurzer Regenzeit einheimisch ist. In den dichten Ufergehölzen auf der Wasserscheide des Congo und Zambesi besitzen manche Bäume einen geraden Stamm von 60—80 Fuss Höhe¹⁰⁾, weil fließendes Wasser das Wachsthum befördert, aber in der Ebene, wo die atmosphärischen Niederschläge allein wirken, bleiben sie daselbst niedrig und verkümmert. In den lichten Waldungen am westlichen Abhang des abessinischen Hochlands wechselt die Höhe der Bäume zwischen 25 und 45 Fuss²⁰⁾, die Acacien der afrikanischen Savanen schrumpfen oft zu Zwergbäumen und Gesträuch zusammen. Können wir in diesen Verhältnissen die Wirkung kurzer Regenzeiten erkennen, so ist es dagegen um so auffallender, dass einige Bäume sich durch unverhältniss-

mässige Grösse und kolossalen Umfang einzelner Organe auszeichnen, dass gerade diese über die weitesten Entfernungen verbreitet sind und dadurch zu den entschiedensten Charakterzügen der afrikanischen Physiognomie beitragen. Die bedeutendsten sind der Baobab-Baum (*Adansonia*) wegen der Dicke des Stamms, eine Bignoniacee (*Kigelia*) mit 2 Fuss langen, dicken Früchten, und der Ensete-Pisang (*Musa Ensete*), dessen Blätter die grössten der Erde sind. Unter diesen Bäumen reicht die Verbreitung des Baobab von Nubien (Nordgrenze 14°) bis Senegambien (16° N. B.) und durch den Süden an der Ostküste bis 25° S. B.²³); die *Kigelia* wächst ebenfalls in Nubien, am Niger und bis Mozambique, die abessinische Ensete scheint auch auf den Hochlanden am Viktoria-Nyanza und am südlichen See Nyassa vorzukommen. Diese zu unförmlicher Grösse entwickelten Organe sind nicht aus klimatischen Ursachen zu erklären, sie sind vergleichbar mit dem Bildungstrieb, der im Thierreiche den Elephant, das Nilpferd und die Giraffe, den Strauss und das Krokodil erzeugt hat. Man wird daran erinnert, dass Sudan der älteste Continent ist, der seit jenen Zeiten vom Meere unbedeckt blieb, als die Natur sich gefiel, grössere Formen von Landorganismen hervorzubringen, als in der gegenwärtigen Schöpfung. Bei den Pflanzen findet die Grösse des Wuchses zwar eine Grenze in den klimatischen Bedingungen, nur bei den Gräsern fällt dieses Hinderniss weg, aber auch in anderen Gruppen ist jener Trieb noch durch einzelne Organe angedeutet.

Die allgemeinste Wirkung des Wechsels der Jahreszeiten auf die Holzgewächse zeigt sich in ihrer periodischen Vegetation. Während der Regenzeit treiben sie »mit unglaublicher Schnelligkeit und Ueppigkeit«, aber die Spuren des Sonnenbrands und der Trockenheit bleiben sichtbar. In den Nilländern, sagt ein unbefangener Beobachter der Natur²¹), sucht man vergebens einen Baum, an dem nicht ein Zweig gelitten oder dürr herabhängt: ein Theil des Ganzen ist immer abgestorben, »sei es unten die Rinde des Stamms, oder ein Ast, den die Sonne versengte, oder eine vertrocknete Schlingpflanze, die den Stamm verunstaltet«. Merkwürdig ist auch die Beobachtung Schweinfurth's²⁴), dass in Nubien viele Holzgewächse noch vor dem Beginn der Regenzeit »von den letzten Säften des Stamms zehrend«, ihre Blüten entfalten, während »die Blattknospen noch gegen die

Sonnengluth fest verschlossen sind«, als beseele die Pflanze eine Kraft, die voraussieht, dass die schwellende Frucht mehr Feuchtigkeit bedarf als die Blume, oder damit der gereifte Samen noch zu günstiger Zeit keimen könne. Wenn die Bäume des Nordens vor der Belaubung blühen, kann man sich vorstellen, dass die Blüten weniger Wärme als die Blattknospen zu ihrer Entfaltung bedürfen. Aber hier haben in der trockenen Jahreszeit dieselben Lebensreize schon lange gleichartig bestanden, und nun erst, da es zweckmässig ist, öffnen sich die Blüten²⁵⁾. Die Laubentfaltung fällt in Sudan mit dem Anfang der Regenzeit zusammen, aber da am Schluss derselben die Bäume in Saftfülle stehen und der Boden erst allmählig austrocknet, so dauert die Vegetationsperiode noch eine Weile fort, nachdem die Niederschläge aufgehört haben. In Tete, am Zambesi, ist der Unterschied nur gering: hier dauert die Regenzeit vom November bis zum April, aber schon im Mai verlieren die meisten Bäume ihr Laub und bleiben, bis die Regen wiederkehren, also fast sechs Monate, blattlos¹⁵⁾. Am Rovuma, einem Küstenfluss (10⁰ S. B.), der dem feuchten Aequatorialklima Zanzibars näher gelegen ist, fand Livingstone im September die Mehrzahl der Bäume laublos, sogar die Blätter der Bambusen lagen verdorrt am Boden¹⁵⁾. Immergrüne Formen sind überall nur spärlich denen mit periodischer Laubentwicklung beigemischt, doch werden sie häufiger an der aequatorialen Westküste, an den Ufern einiger Ströme und auf den Höhen des Gebirgs. Nirgends aber ist in der trockenen Jahreszeit die grüne Farbe völlig verschwunden. Ungleich vertheilt die Natur an die verschiedenen Organisationen die Hilfsmittel, der Dürre zu widerstehen: bei den meisten entfernt sie die leidenden Organe, in anderen Fällen schützt sie die Oberhaut gegen die Verdunstung. Auch unter den Holzgewächsen der Savanen finden sich immergrüne Formen: in den heissesten Gegenden Nubiens bewahren, wenn alles Uebrige verdorrt oder entlaubt ist, zwei Sträucher »den dürftigen Schmuck ihrer Blätter« (*Balanites* und *Boscia*)¹⁹⁾.

In der Formenreihe der Holzgewächse äussert sich die Periodicität des Klimas darin, dass die Laubbildung der Laurineen zurücktritt und die Farnbäume nur an wenigen Orten vorkommen, dass dagegen eigene Formen auftreten, welche die Gestaltungen des Lorbeers und der Buche verknüpfen. Noch weit allgemeiner als diese

herrscht in den Wäldern und Savanen Sudans die Mimoseenform, indem die Acacien, welche das Mimosengummi des afrikanischen Handels ausscheiden, von Nubien bis Senegambien und ebenso andere Arten desselben Geschlechts in den südlichen Ländern einen Hauptbestandtheil der Vegetation sowohl unter den Bäumen als den Sträuchern ausmachen. Häufig tragen die afrikanischen Acacien Dornen und ihre zarten Fiederblättchen pflegen minder zahlreich zu sein, als in feuchteren Klimaten. Die Krone breitet sich, wie schon Humboldt²⁶⁾ von der Mimoseenform anmerkt, gern schirmförmig aus, auch wenn der Stamm ganz niedrig bleibt; doch giebt es auch hohe Bäume unter den Acacien, ohne jedoch wegen der leichten Belaubung viel Schatten zu gewähren. Hierin übertrifft sie die Tamarinde (*Tamarindus indica*), die, in Sudan ebenfalls allgemein verbreitet, hier wahrscheinlich ihre Heimath hat, ein stattlicher Baum, der mit dem Wuchs der Eiche das einfache Fiederblatt verbindet. Hieran reihen sich dann noch mehrere Baumgattungen mit gefiedertem Laub, die den Leguminosen und einigen wenigen anderen dikotyledonischen Familien angehören, indem die Mannigfaltigkeit bei dieser, wie bei allen übrigen Formen von Holzgewächsen in Sudan weit geringer ist, als unter den Tropen Asiens und Amerikas.

Der wichtigste Vertreter der Bombaceenform ist der Baobab (*Adansonia*), dessen Verbreitung schon erwähnt wurde. Darstellungen von dem merkwürdigen Wuchs dieses Baums finden sich in mehreren Reisewerken, aber die Annahme, dass die Dicke des Stamms auf ein ungewöhnliches Alter deute, scheint sich nicht zu bestätigen. Der Umfang erreicht am Boden ein solches Wachsthum, dass der Querdurchmesser 20 bis 25 Fuss misst, das Gewölbe der zu einzelnen Hauptästen abgesonderten Krone wird hingegen nur 60 bis 80 Fuss hoch. Nach oben verschmälert sich der Stamm allmählig, bis er in halber Höhe des Baums oder auch schon weiter abwärts zu gewaltigen Aesten sich auflöst, die, wie dicke Hörner gestaltet²⁷⁾, am unteren Theil niedergebogen, dann aufstrebend sich weithin ausbreiten und erst an ihren äussersten Verzweigungen das handförmige Laub tragen. Das Hinaufrücken der Blätter an die Spitzen der Krone entspricht auch hier dem Charakter des tropischen Urwalds, aber man begreift nicht, wozu es dient, wo das Licht schon wegen der weitläufigen Stellung der Aeste so freien Durchgang hat, dass

ein Reisender²¹⁾ den Baobab eine schattenlose Ruine nennt, ein Vergleich, der um so passender erscheint, als die Stämme oft im Inneren absterben. Wenn man ferner erwägt, wie viel Nahrungsstoff so grosse Holzmassen bedürfen, und dass der Baum im Sennaar vom December bis zum Junius wirklich wie eine Ruine dem Leben entzogen und laublos dasteht, so scheint ein Missverhältniss zu bestehen zwischen der Thätigkeit der Blätter und dem Wachsthum des Stamms. Perrotet²²⁾ hat daher nicht ohne Scharfsinn die Meinung ausgesprochen, dass die saftreiche Oberhaut der Zweige, wie bei den Succulenten, an der Thätigkeit der Blätter Theil nehme. Auch die Bildung der Holztafeln am Grunde des Stamms (S. 19) findet sich am Baobab besonders stark entwickelt: hier entsprechen sie in ihrer Lage den Hauptästen, von denen sie wie Rippen herablaufen, bis sie zuletzt am Boden stärker anschwellen²⁷⁾. Diese über den Wurzeln vorspringenden Leisten scheinen stets mit der Holzmasse und dem Gewichte von Stamm und Krone in einem gewissen Verhältniss zu stehen und kommen auch bei andern Bäumen vor (z. B. bei *Sterculia cinerea*), die nach ihrer Blattgestalt an die Bombaceen sich anschliessen.

Das Laub der Sykomore (*Ficus Sycomorus*) ist ein treuer Ausdruck des Klimas von Sudan. Dieser Baum, den die Kultur längs des Nil bis zum Mittelmeer verpflanzt hat, ist eine bedeutende Erscheinung in den nordöstlichen Landschaften und wird am Niger und bis nach Natal durch entsprechende Arten vertreten. Von ihm sagt Forskäl, seine Krone sei so schön belaubt, dass sie einen Raum von 40 Schritt Durchmesser beschatte. Aber leicht verliert er die Blätter und steht geraume Zeit unbelaubt da. Linné behauptete sogar, dass die Sykomore zweimal im Jahre das Laub verliere. Die abgerundeten, gedrängten Blätter unterscheiden sich von der Buchenform durch ein festes und starres Gewebe, von dem Lorbeer durch ihre Vergänglichkeit und matteren Glanz, von den Eukalypten Australiens ebenfalls durch ihre periodische Entwicklung und eine zartere Oberhaut. So erscheint ihre Bildung, diese drei Formen gleichsam in der einen oder anderen Richtung wiederholend, besonders geeignet, in einer dampfarmen Atmosphäre zu gedeihen, die aus der geringen Saftfülle nur langsam das verdunstende Wasser entbindet, und zugleich dem Wechsel der trockenen und nassen Jahreszeiten sich zu fügen. Aber die Sykomore ist nur ein einzelnes

Beispiel unter zahlreichen Holzgewächsen, die mit ähnlicher Organisation des Blatts den periodischen Laubfall verbinden. Unter diesen bezeichne ich als Sykomorenform die höheren Bäume, die jedoch wegen mangelnder Beobachtungen noch nicht in allen Fällen von der Lorbeerform zu scheiden sind. Für die niederen Gewächse von ähnlicher Blattbildung, die als Gesträuch oder höchstens als Zwergbäume auftreten, ist die Familie der Capparideen besonders bezeichnend, und ich wähle für sie nach einem charakteristischen Vertreter derselben den aus der arabischen Sprache entlehnten Namen Sodadaform. Die Sodada selbst (*S. decidua*) bildet an den Gestaden des rothen Meers und in den Nilländern meistens Gebüsche mit bläulich gefärbten Dornzweigen, deren ärmliche Organe auf ein trockenes Klima hinweisen. Barth²⁸⁾ bemerkt, dass dieses Gewächs die nördlichen Gegenden des innern Sudan (20—15° N. B.) allgemein charakterisirt, und dass es am Niger bei Tombuktu zu baumartigem Wuchs sich entwickelt.

Die Banyanenform ist Ostindien und Sudan gemeinsam. Der gleichen Gattung (*Ficus*) angehörig, vermittelt sie auf dem trockenen Boden des Binnenlands durch ihr Laub die Sykomoren mit den Rhizophoren des Mangrorevwalds, der die afrikanischen Küsten umsäumt, wie in anderen Tropenländern. Im Süden des Tsad-See (10° N. B.) fand der jüngere Vogel²⁹⁾ die Banyanen sehr zahlreich in den Wäldern verbreitet, Stämme oft von 8 Fuss Durchmesser und Kronen von grossem Umfang, bis zu 100 Fuss breit. Auch in Londa (12° S. B.) kommen sie vor¹⁰⁾. Eine Beobachtung Hartmann's¹⁹⁾ über den Tertr, die im Sennaar einheimische Banyane (*Ficus populi-folia*), würde die schon früher gehegte Vermuthung³⁰⁾ bestätigen, dass unter den Tropen dieselbe Art bald als selbständiger Baum bald als Schlinggewächs sich entwickeln kann. Von den tropischen Feigenbäumen ist es bekannt, dass schwache Stämme sich an stärkere Bäume anlegen, sie umspannen und ersticken können. Die Luftwurzeln, die bei jener Banyane dicht gedrängt stehen, scheinen, im Fall sie zu einem grossen Baume auswächst, die fremde Stütze zu ersetzen.

Wie wenig das Lorbeerblatt in seiner lange Zeit fortgesetzten Thätigkeit dem Klima von Sudan entspricht, schien schon dadurch angedeutet zu sein, dass kein Baum aus der Familie der Laurineen

dasselbst aufgefunden war. Diese Thatsache wurde von R. Brown¹⁷⁾ für um so merkwürdiger gehalten, als Laurineen auf Madeira, Teneriffa und Madagaskar einheimisch sind. Indessen wurde die Familie doch später³¹⁾ von Mann an der Westküste nachgewiesen. Sodann kommt es ja bei einer klimatischen Betrachtung nicht auf die Organisation der Blüthen, sondern auf die Bildung des Laubes an, und dies war schon Humboldt's Ansicht, als er seine Lorbeerform nicht auf die Laurineen einschränkte²⁶⁾ und die Guttiferen als eine Familie bezeichnete, deren Physiognomie ihnen ähnlich sei. Solche Vertreter des Lorbeerblatts, die zu den allgemeinsten Bestandtheilen der Wälder in allen wärmeren Gegenden der Erde gehören, fehlen auch dem tropischen Afrika nicht ganz, sie bilden oft die immergrünen Bestandtheile des Waldes und werden in den feuchteren Aequatorialgegenden der Westküste häufiger. Hier finden sich Guttiferen, Dipterokarpeen und Sapoteen. Von den Rubiaceen schliesst sich dieser Form der Kaffeebaum an, der im östlichen Afrika von Abessinien bis zum Rovuma²³⁾ (10° S. B.) wild wächst und nach dem älteren Vogel³²⁾ auch an der Westküste einheimisch sein soll.

Die dikotyledonischen Bäume, welche auf unverzweigtem Stamm eine einzige, dem Gipfel desselben entsprossende Rosette von grossen Blättern tragen und also den Wuchs der Palmen mit der Organisation der Laubbölzer verbinden, bezeichne ich nach einer amerikanischen Myrsineengattung als Clavijaform. Dazu gehört der in allen Tropenländern angebaute Papaw-Baum (*Carica Papaya*), der aus Amerika abstammt. Von diesem seltenen Typus unterscheidet sich durch schmale, schilfähnliche Blätter der in den höchsten Gebirgen Abessinien's und Schoas einheimische Gibarra-Baum (*Rhynchoptalum montanum* aus der Gruppe der Lobeliaceen), der auf einem hohl werdenden, 6—15 Fuss hohen Holzstamm eine ähnliche Laubrosette mit der weit hervorragenden Blüthentraube trägt und sich daher physiognomisch den Liliaceenbäumen anschliesst³³⁾.

Die australische Casuarina, die längs der Küste von Mozambique auf sandigem Boden auftritt, ist wie in Indien als eine fremdartige, durch Meeresströmungen angesiedelte Baumform zu betrachten.

Die monokotyledonischen Bäume haben vor den Laub- und Nadelhölzern voraus, dass, da das jährliche Wachsthum des Stamms

in die Dicke wegfällt, sie weniger Blätter bedürfen, um den Kreislauf der Ernährung zu vollenden. In ihrer Entwicklung ersparen sie daher (mit Ausnahme der Bambusen) die seitlichen Blattknospen, welche bei den dikotyledonischen Bäumen zu der belaubten Krone auswachsen. Ebenso kann man aber auch das Verhältniss der Organe im umgekehrten Sinne auffassen, dass, weil die gleichzeitig entwickelten Blätter wenig zahlreich sind und die Last, die der Stamm zu tragen hat, gering ist, der letztere auch der Verstärkung durch Verdickung des Holzkörpers nicht bedarf, und dies ist sogar in noch höherem Grade bei den Bambusen der Fall, wo das Gewicht der Blätter auf die Knoten, also auf die ganze Länge des um so schlankeren Stamms sich vertheilt. So wird in allen Fällen die Organisation des Holzstamms mit einfacheren Mitteln erreicht, als bei den Dikotyledonen. Aber aus dem Mangel der Seitenknospen entspringt die Gefahr, dass die Blätter einmal zerstört sich nicht wiedererzeugen. Der Vortheil der Eiche, wenn sie im Frühjahr das sprossende Laub durch Nachtfroste einbüsst, dasselbe nach einigen Wochen aus neuen Trieben zu ersetzen, geht hier verloren. Die Palme, deren Gipfelknospe man ausschneidet, um als Speise zu dienen, wird dadurch zu Grunde gerichtet. Die monokotyledonischen Bäume werden daher durch Schwankungen der Temperatur und Feuchtigkeit, denen das jugendliche Blatt erliegt, in höherem Grade, als durch andere klimatische Einwirkungen gefährdet. Sie schmücken am reichsten die ewig feuchten und warmen Landschaften der Aequatorialzone. Aber die Palmen sind weder vom tropischen Gebirge, noch von den Oasen der Wüste ausgeschlossen, wo das ganze Jahr hindurch entweder gleichmässige Wärme herrscht oder die Organisation einen Schutz gegen ihre Variationen gewährt. Das schon ausgebildete Blatt kann durch festes Gewebe und Stärke der Oberhaut der kalten oder trockenen Luft leichter Widerstand leisten. Je geringer die Anzahl der in voller Thätigkeit stehenden Blätter ist, welche die einzige Gipfelknospe erzeugen kann, desto länger dauert ihre Thätigkeit, und desto grösser wird ihr Umfang, wodurch zugleich den Forderungen der Schönheit entsprochen ist, dem Ebenmass zwischen der weithin ausgebreiteten, ewig grünenden Laubrossette und dem schlanken, zweiglosen Holzstamm. Das afrikanische Klima mit seinem täglichen Temperaturwechsel und der Dürre seiner trockenen

Jahrszeit ist den monokotyledonischen Bäumen weniger günstig, als das des tropischen Amerikas und des indischen Archipels. Wenn auch keine der Hauptformen ausgeschlossen ist, so zeigt sich dies doch in der geringen Mannigfaltigkeit ihres Baus und darin, dass mehrere nur in gewissen Landstrecken gedeihen.

So allgemein die Palmen in Sudan vorkommen, so steht doch die Anzahl der Arten in dem auffallendsten Missverhältniss gegen Amerika und Asien. Sie beträgt nur etwa den zehnten Theil der aus jedem dieser beiden Erdtheile bekannt gewordenen und würde noch geringer sein, wenn nicht Mann eine Reihe von Palmlianen, die also nicht zu der eigentlichen Palmenform gehören, an der Westküste entdeckt hätte. Hierin zeigt sich eine der vielfachen Aehnlichkeiten mit der Flora Ostindiens, die den Palmenreichthum Amerikas nur durch die grosse Zahl von Calamus-Lianen erreicht, in der Mannigfaltigkeit der Baum-Palmen aber ebenfalls zurücksteht. Die Einförmigkeit des Baus wird in Afrika gleichsam ersetzt durch die Häufigkeit der Individuen und die grossen Verbreitungsbezirke der drei wichtigsten Arten. Während in Amerika eigentliche Palmenwälder, das heisst geschlossene Bestände von Palmen mit Ausschluss dikotyledonischer Bäume überaus selten sind und nach einer mündlichen Aeusserung Humboldt's in den von ihm bereisten Gegenden überhaupt nicht vorkommen, finden wir in Afrika, als sollte in diesem Klima und gegenüber den Elephanten, die die Stämme wie Rohr zerbrechen, die Gefährdung der Art durch die Menge der Individuen überwunden werden, geselliges Wachsthum, wie bei der Dattelpalme der Sahara, so auch im wärmeren Sudan bei der Dom- und der Deleb-Palme. Von der Dompalme kommen stundenweite Wälder am Nil vor¹⁹⁾; einen über mehrere Meilen ausgedehnten Wald der Delebpalme traf Livingstone¹⁵⁾ im Thale des Shire, der aus dem Nyassa-See in den Zambesi strömt; grosse Bestände finden sich auch im Süden des Tsad-Sees²⁹⁾. An der Westküste, deren Vegetation überhaupt Amerika weit ähnlicher ist als der Osten Afrikas, erheben sich die Palmen nicht selten einzeln, wie dort, über die Bestände des geschlossenen Laubwaldes oder sind in ihnen verborgen. Die drei häufigsten Palmen Sudans sind so verschieden gestaltet, dass sie in ihrer Eigenthümlichkeit physiognomisch hervortreten. Die Dompalme (*Hyphaene thebaica*), mittelhoch, eine Fächerpalme, die am

oberen Ende des Stamms sich gabelförmig theilt und diese Theilung auch zwei- oder dreimal wiederholen kann: die Delebpalme (*Borassus aethiopicum*, aber nach Kirk mit dem indischen *B. flabelliformis* identisch) ebenfalls mit Fächerlaub, 40 bis 80 Fuss hoch, oft mit einer Anschwellung des Stamms über der Mitte, vom Gipfel die Blätter herabbiiegend; endlich die Oelpalme (*Elaeis guineensis*) durch ihr Fiederblatt der Dattelpalme ähnlicher, von niedrigem Wuchs und am Stamm mit grossen Narben und längere Zeit sich erhaltenden Blattstielresten. Die letztere Palme ist auf den Westen und Süden des tropischen Afrikas eingeschränkt (15° N. B. bis 15° S. B.), die beiden anderen bewohnen den grössten Theil Sudans: die Dompalme, die mit dem Nil über dessen Grenzen hinauswandert, ist auch in den Tsad-Ländern und bei Tombuktu häufig³⁴), sie wird im Süden durch verwandte Arten ihres Geschlechts bis nach Natal vertreten: die Delebpalme findet sich von der Westküste und vom oberen Niger bis zum Nil und erreicht in südlicher Richtung das Stromgebiet des Zambesi (15° N. B. bis 18° S. B.). Die Form der Zwergpalme entspricht im Allgemeinen den äusseren Grenzen des Palmenklimas, indem hier durch die unterirdischen Stammtheile vermöge ihrer Seitenknospen die Erhaltung des Individuums besser gesichert ist, aber sie fehlen auch den wärmeren Gegenden nicht (wahrscheinlich sind es Arten von *Chamaecrops*); sie begleiten in Bornu und Sennaar die Delebpalme und werden auch in Mozambique angetroffen.

Weniger allgemein sind die monokotyledonischen Holzgewächse mit ungetheiltem Laub. Die Pandanusform findet sich an der Westküste (*Pandanus Candelabrum*) und im Delta des Zambesi¹⁵). Baumartige Lilien (*Dracaena*) wachsen in Oberguinea; eine ähnliche Form bedeckt nach Welwitsch³⁵) im Inneren von Angola die felsigen Höhen von Pungo-Andongo: seine Entdeckung ist um so bemerkenswerther, als diese Liliacee einer für die brasilianischen Savanen charakteristischen Gruppe (*Vellozia*) angehören soll. Wenn das schmale Blatt der Liliaceen sich auf dem trockensten Boden entwickeln kann, so fordert das breite, durch unzählige Spiralgefässe in seiner Haltbarkeit gesicherte Laub der Pisangform tropische Feuchtigkeit. Schon Adanson schilderte den feuchten Humusboden an der Mündung des Gambia als geschmückt mit Pisangwäldern, unter denen Pfeffersträucher und Scitamineen-Gewürze gebaut werden: aber dies sind

Pflanzungen, die Kultur der Banane (*Musa sapientum*) begleitet den Neger durch ganz Sudan und in Uganda, am nördlichen Gestade des Viktoria-Nyanza sahen Speke und Grant eine Bevölkerung, die sich ebenso ausschliesslich vom Pisang ernährte, wie die Bewohner der Sahara-Oasen von der Dattelfrucht. Eine in Afrika wirklich einheimische Pisangform ist die Ensete der östlichen Bergterrasse, deren 20 Fuss lange Riesenblätter in den von Waldbächen durchströmten Thälern Abessiniens Feuchtigkeit genug finden [*M. Ensete* ³⁶⁾]. Auch die Bambusen sind in Afrika nicht so häufig, wie in anderen Tropenländern. An den westlichen Gehängen der abessinischen Hochlande fand sie Steudner auf eine einzelne Region beschränkt, wo sie 25 bis 35 Fuss Höhe erreichten und an den Berggipfeln selbständige Dickichte bildeten, wo die gedrängten Rohrstämme durch den Wind verschlungen da standen und andere abgestorben am Boden lagen oder an die wachsenden sich anlehnten ²⁰⁾. In Sennaar treten sie erst südlich vom 12. Breitengrade auf, und jenseits des Aequators finden sie sich an den Ostgrenzen von Angola, wo sie den Stromlauf des Coango begleiten (10° S. B.), wie auch am See Nyassa [13° S. B.] ^{10·14)}.

Farnbäume gehören in Sudan zu den seltenen Erscheinungen: sie charakterisiren die westliche Küstenterrasse von Guinea und Angola. Auf dem Camerun wachsen 10 bis 30 Fuss hohe Cyatheen an dem oberen Saume der Wälder ⁶⁾ und im Innern begegneten Livingstone ¹⁰⁾ Farnbäume, jedoch nur von niedrigem Wuchs, bei Cabango in Londa (9° S. B.) zum ersten Mal, seit er Afrika betreten.

Die dem Savanenklime durch die Ansammlung des Safts im Gewebe so angemessenen succulenten Gewächse Afrikas entsprechen theils der Cactus-, theils der Agaven-Form Amerikas, während ein verschiedener Bau der Blüthen sie nur als deren Stellvertreter erscheinen lässt. So wiederholen sich in den fleischigen Euphorbien einige Gestaltungen der Cacteen, in der Aloe die Agaven. Der saftige, bald zur Höhe eines Baums aufgerichtete, bald strauchförmig verzweigte Stamm der Euphorbien, deren Blätter meist durch Dornen ersetzt sind, stimmt in der Organisation der starken, die Verdunstung hemmenden Oberhaut mit der fleischigen Laubrosette der Aloe überein, und beide sind daher bestimmt, der trockenen Jahreszeit zu widerstehen, und zu langdauernder, langsamer Entwicklung befähigt.

Auch diese Pflanzenformen sind in Sudan nicht mannigfaltig und erreichen ihr afrikanisches Centrum erst im Kaplande. Aber durch Grösse und bizarre Stammform bilden sie ein wesentliches Glied in der Physiognomie des Landes. Ihr lichtiges Grün belebt die trockene Jahreszeit, wenn die übrigen Gewächse ihre warme Färbung längst verloren haben. Die fleischigen Euphorbien Sudans sind noch wenig bekannt. Aus Angola hat Livingstone auf seinen Landschaftsbildern³⁷⁾ eine hochwüchsige Art dargestellt, deren aufrechter Stamm mit Wirtelzweigen, wie ein Armleuchter, geziert ist. Ein nubischer Euphorbienbaum (*E. candelabrum*), dessen Milchsaft zur Vergiftung der Pfeile dient, erreicht eine Höhe von 30 Fuss, die Aeste breiten sich weit aus einander; noch höher wird ein fleischiger Baum Abessinians (*E. abyssinica*). Diese grossen Euphorbien nicht nur, sondern auch Cacteen, werden von den Eingebornen zur Einhegung der Dörfer und Gärten verwendet. Ob nun die Cacteen, wie die Opuntien am Mittelmeer, sämmtlich aus Amerika eingeführt sind, verdient näher untersucht zu werden. Seitdem eine Cacteengattung (*Rhipsalis*) in der alten Welt von Welwitsch in Angola, von Thwaites in Ceylon einheimisch gefunden wurde, könnte man über den rein amerikanischen Ursprung der ganzen Familie wenigstens zweifelhaft werden. Indessen werden die Beeren von *Rhipsalis* begierig von Vögeln genossen und konnten daher leichter als andere Cacteen sich jenseits des Oceans ansiedeln, sowie auch die Identität der in Indien beobachteten mit einer in Amerika allgemein verbreiteten Art diese Vorstellung begünstigt. Auch die Aloe-Arten sind in Sudan viel weniger mannigfaltig, als im Gebiete der Kapflora, und dasselbe gilt von den durch ihre fleischigen Blätter die Chenopodeenform ersetzenden Crassulaceen.

Eine weit grössere Bedeutung für den Charakter der dünnen Landschaften haben zwei Asclepiadeen, welche zwar nicht zu den Succulenten gehören, aber ihr Grün ebenfalls auch auf dem trockensten Boden bewahren und, wenn die Gluth der afrikanischen Sonne das Leben der Savanen hemmt und die Bäume entlaubt hat, durch ihr geselliges Wachsthum um so auffälliger hervortreten. Der Oschur [*Calotropis procera*³⁸⁾] bildet dichte, 12 bis 20 Fuss hohe Gebüsche, deren grosse, eiförmig gerundete Blätter nur durch eine pergamentähnliche, bläulich bereifte Oberhaut, welche die Verdunstung des

Milchsafts verhindert, gegen Wärme und Trockenheit geschützt scheinen. In den Gegenden des Tsad-See überkleiden diese Gesträuche weite Landstrecken²⁸⁾, in der trockenen Jahreszeit sieht man in Bornu keine andere Pflanzenform²⁹⁾. In Nubien findet sich der Oschur nicht bloss in den Savanen, sondern wuchert auch in den Wäldern¹⁹⁾. Von dem nördlichen Tieflande durch die Oasen der Sahara bis Algerien und Aegypten, sowie nach Persien und Ostindien verbreitet, scheint er doch in Sudan am allgemeinsten vorzukommen, und von hier aus weithin gewandert zu sein. Der andere Asclepiadenstrauch ist eine blattlose *Leptadenia* (*L. pyrotechnica*), welche ebenfalls ganz Nordafrika und Arabien bewohnt. Sie vertritt hier mit »ihren besenförmigen Reisern« die Spartiumform und »prangt Jahr aus Jahr ein in ihrem dunklen Saftgrün«³⁹⁾. Hieran reiht sich durch unterdrückte Blattbildung die Tamariskenform (*Tamarix nilotica*), die längs des blauen Nils grosse Wälder und Gebüsche bildet, deren bläuliche Färbung von den Laubkronen des nahen Waldes lebhaft absticht¹⁹⁾.

Andere Strauchformen sind entweder auf die Gebirgsregionen Sudans eingeschränkt, oder sie treten im Charakter der Landschaft zurück. Die Erikenform des Kaplandes (*Blairia*) findet sich auf den Hochlanden Abessiniens und dem Camerun wieder. Auch die Proteaceenform ist hier eine fremdartige Erscheinung, die nur auf entlegenen Bergterrassen in wenigen Arten (von *Protea*) vertreten wird, nämlich im Inneren von Angola³⁵⁾, auf den Höhenzügen am Nyassa-See⁴⁰⁾ und in Abessinien. Die immergrünen Gesträuche der Oleanderform endlich (z. B. die Ericacee *Leucothoe*) in den oberen Regionen des Camerun³¹⁾ sind ein drittes Beispiel des Hinaufrückens von Pflanzenformen der beiden gemässigten Zonen in das tropische Gebirge, aber die letztere Blattbildung fehlt auch nicht ganz in den nubischen Savanen, wo Schweinfurth²¹⁾ das üppige tiefgrüne Laub einer Capparidee (*Boscia*) dem des pontischen Rhododendron täuschend ähnlich erklärt.

Zu den allgemein verbreiteten Erscheinungen gehört die Bildung der Dornen und nimmt mit der Trockenheit des Klimas an Häufigkeit zu. Die kleineren Dornsträucher, welche die asiatischen Steppen und die Einöden der Sahara bewohnen, dringen in die Savanen des Tieflands von Sudan ein (*Tragacantha*, *Alhagi*): von

diesem Verhältniss ist das ausgezeichnetste Beispiel der Sidr (*Zizyphus spina christi*), der als Strauch oder Zwergbaum von Palästina bis Sennaar und Bornu reicht. In Sudan aber ist die Dornbildung nicht auf die niedrigen, asiatischen und die Sodada-Formen beschränkt, auch die Bäume, namentlich die Acacien, ebenso die Succulenten sind allgemein mit stechenden Organen bewaffnet. In Nubien sind die meisten Bäume dornig²⁷⁾, in gewissen Gegenden Abessiniens und in Bornu soll fast kein Holzgewächs ohne Dornen vorkommen²⁹⁾, und Aehnliches wird von Livingstone über die an die Kalahari grenzenden Gegenden berichtet¹⁰⁾, wogegen in dem feuchteren Klima an den Wasserscheiden gegen den Congo diese Organisation sich verliere.

Lianen und Epiphyten sind im tropischen Afrika nicht entfernt mit dem Schmuck der Bäume Südamerikas zu vergleichen. Indessen besteht auch ein bedeutender Unterschied in der Mannigfaltigkeit der Schlinggewächse zwischen den Nilländern und den dichteren Wäldern des Westens. In Nubien sind es nur wenige Arten, die überall wiederkehren, die den Baumwuchs üppig umranken, aber ihn nicht zu undurchdringlichem Dickicht verknüpfen: hier findet man holzige Ampelideen (z. B. *Cissus quadrangularis*), die in den Waldungen am häufigsten sind, Convolvulaceen mit reichgefärbten Blumen an den Ufergebüsch des Nil, Cucurbitaceen in der Savane. In dem Stromgebiet des Congo¹⁰⁾ hingegen giebt es Wälder, wo die Zwischenräume der Bäume von Lianen durchzogen werden, von denen manche so hart und fest sind, dass auf den engen Fusspfaden der Wanderer sich mit dem Beile erst den Durchgang bahnen muss. Die Küstenterrasse von Angola ist bei Golungo Alto mit prächtigen Urwäldern bedeckt, deren Boden üppig mit Farnen geschmückt wird, und in denen Welwitsch³⁵⁾ eine ungemein grosse Anzahl der verschiedensten, dicht verschlungenen Lianen sammelte. So ist es die Westküste in der Nähe des Aequators, wo allein die kletternden Palmen auftreten. Dennoch scheinen auch diese feuchtesten Wälder Afrikas durch die geringere Entwicklung epiphytischer Pflanzenformen gegen den amerikanischen Urwald an schöpferischer Kraft zurückzustehen. Von Epiphyten sind die Loranthaceen in Afrika am allgemeinsten verbreitet, die atmosphärischen Orchideen scheinen selten vorzukommen, wiewohl manche aus Guinea und Abessinien neuerlich beschrieben sind.

Wirft man endlich noch einen Blick auf die nicht holzigen Laubpflanzen des Erdbodens, so zeigt sich der Einfluss des afrikanischen Klimas darin, dass die Flora an Scitamineen- und Aroideenformen arm, dagegen die Form der Zwiebelgewächse in einigen Gegenden reicher entwickelt ist. Die Amaryllideen sind zum Beispiel in Nubien und Abessinien eine Zierde der Landschaft, wenn sie in den Savanen und auf den Rasenplätzen der lichten Waldungen zu Anfang der Regenzeit ihre Blüthen entfalten²⁴). Unter den zahlreichen Bildungsähnlichkeiten, welche die Flora Sudans mit der des tropischen Asiens verknüpfen, ist auch das Vorkommen der im Osten und Westen beobachteten, eigenthümlichen Gattung *Tacca* bemerkenswerth, die von den Asarineen sich fast nur durch den Wuchs und den ungetheilten Keim unterscheidet.

Vegetationsformationen. Die beiden Hauptformationen, in welche sich die Vegetation von ganz Sudan scheidet, werden von der arabisch redenden Bevölkerung der Nilländer als Khala oder Savane, und als Ghaba oder Wald unter sich und von der Wüste sehr bestimmt unterschieden. Die geschlossenen Wälder beschränken sich nicht überall, wie es in vielen Gegenden und auch sonst in Passatklimateen der Fall zu sein pflegt, auf die feuchteren Thalwege der Flüsse, sondern unterbrechen schon zwischen dem blauen und weissen Nil die Savanen nach dem Innern zu auf weite Strecken¹⁹). In diesem Tieflande beginnt bereits der Einfluss längerer Regenzeiten fühlbar zu werden. Südlich vom 12. Breitengrade werden die Wälder dichter¹⁹), und es würde daher der äquatoriale Theil Afrikas, im Grossen betrachtet, allgemeiner bewaldet sein, als die den Wendekreisen näher gelegenen Gegenden, wenn nicht dieser klimatische Einfluss in der östlichen Hälfte des Kontinents durch die Erhebung des Bodens an den beiden grossen Nil-Seen in seiner Wirkung wiederum beschränkt würde. Nicht als ob es auf der äquatorialen Terrasse an Niederschlägen fehlt, welche vielmehr, wie oben bemerkt, am Viktoria-Nyanza in allen Monaten fallen, sondern weil Niveau und Gefälle die Bewaldung des Bodens weniger zu begünstigen scheint, sind diese Hochlande grossentheils von Savanen bekleidet. Hierauf und auf der mannigfaltigen Abstufung der Regenzeiten in dem äquatorialen Sudan scheint es zu beruhen, dass die Westküste reicher bewaldet und der Wald daselbst üppiger ist, als

im Osten. Indessen auch im westlichen Afrika ist die Vertheilung der Wälder ungleich. Von Senegambien bis zum Nigerdelta (4° N. B.) wechseln die Savanen mit verhältnissmässig eingeschränkten Waldgebieten⁶⁾. Die Physiognomie von Yoruba am unteren Niger findet Burton der von Uniamwesi im Süden des östlichen Nilsees ganz ähnlich. Erst wo der Golf von Guinea vom Camerun aus die grosse Biegung nach Süden beschreibt, beginnen die dichten, feuchten, äquatorialen Urwälder des Gabun, die nun die Küstenterrasse über den Congo hinaus bis Angola bekleiden (4° N. B. bis 10° S. B.). Jenseits dieser Terrasse erstreckt sich dann das grosse innere Tafelland, wo, so weit es bekannt ist, die Savanen mit ihren lichten Waldungen über den grössten Theil des südlichen Sudan bis zur Ostküste ausgebreitet sind. Indessen herrscht auch hier ein steter Wechsel von offenen und dichter bewaldeten Landschaften, wie ihn Bewässerung und Höhenzüge hervorrufen. Wäre dies nicht der Fall, so könnte der Elephant nicht so häufig sein, der die Wälder bewohnt und die offenen Savanen meidet.

Die geschlossenen Hochwälder des tropischen Afrikas werden zwar von den Reisenden, die aus der gemässigten Zone kamen oder sie nicht mit denen Javas und Brasiliens vergleichen konnten, wegen ihrer üppigen Fülle hoch gepriesen, aber in den meisten Gegenden stehen sie diesen reichsten Entwicklungen des vegetativen Lebens nicht bloss an Mannigfaltigkeit der Erzeugnisse, sondern auch in der Benutzung des Raums für organische Bildungen bei Weitem nach. Von Bäumen eines und desselben Waldes in Sennaar zählt Trémaux²⁷⁾ nur 10 verschiedene Arten, darunter 2 Acacien, 2 Vertreter der Bombaceenform und 2 Palmen. Er bemerkt, dass am blauen Nil, also in einer Landschaft, deren schöpferische Kraft besonders gefeiert worden ist, man sich leicht durch die Wälder nach jeder Richtung bewegen kann, vorausgesetzt dass die Bäume hoch genug sind. Die gedrängten Stämme erschienen ihm dann wie Säulen, die das Laubdach trugen, ohne auf dem Boden irgend ein Gewächs aufkommen zu lassen. Oft aber hinderten, in das Innere einzudringen, das geringere Wachsthum und die tiefe Verzweigung, wodurch die Laubmasse so dicht wurde, dass nur an einzelnen Stellen das Licht den Erdboden erreichen konnte. In dem Schatten solcher Wälder gedeihen auch die Lianen nicht, die, wo die Sonne wirken kann, ihnen

ihren Schmuck gewähren. An anderen Orten blieben grosse Räume in den Wäldern frei, dürr oder mit hohem Grase bedeckt, oder mit einzeln stehenden Bäumen und Baumgruppen parkähnlich geziert. Diese Schilderung giebt eine anschauliche Vorstellung von dem Uebergang der afrikanischen Wälder in die Savanenbildung. Einen ähnlichen Eindruck von dem Charakter der südlich vom Aequator gelegenen Landschaften längs der Ostküste und bis tief in das Innere des Tafellandes erhält man, wenn man die einzelnen Angaben Grant's und Livingstone's vergleicht, von dem Wechsel des hohen Grasrasens mit schattigen Waldbäumen, den nackten Stämmen ohne Unterholz⁴⁾, den dicht verwachsenen Baumgruppen mit tief-grünem Laub an den Flüssen und den offenen Beständen an den Gehängen¹⁰⁾ der Höhenzüge.

Als aber Livingstone in der Mitte des Kontinents den oberen Zambesi nach Norden hinaufwanderte, erreichte er in diesem geschützten Thal die äquatorialen Wälder schon unter dem 13. Parallelkreise südlicher Breite, an den Grenzen von Londa. Hier wurde der Wald, so schreibt er, immer dichter, je weiter wir nordwärts kamen, wir reisten viel mehr im tiefen Waldesdunkel, als im hellen Sonnenlicht, ausser dem engen Pfade, den die Axt gehauen, war weder rechts noch links durchzudringen, grosse Schlingpflanzen umschlossen die Stämme und Zweige von Riesenbäumen. Dies ist zugleich ein deutliches Bild von den Wäldern der westlichen Küstenterrasse von Angola, die Welwitsch³⁵⁾ so klar von den lichten Waldungen und Savanen des höher gelegenen Tafellandes unterschieden hat. Die dicht verwachsenen Hochwälder bedecken nach ihm die westliche Abdachung zwischen den Höhengrenzen von 1000 bis 2500 Fuss, während das Tafelland hier in einem mittleren Niveau von 3300 Fuss liegt. Nicht bloss die Dichtigkeit des Wachstums und die Verknüpfung verschiedenartiger Gewächsformen zeichnen diese Wälder aus, sondern auch die Mannigfaltigkeit der Bestandtheile. Welwitsch schätzt die Anzahl von Baumarten, die er in dem Bezirk von Golungo Alto gesammelt hat, auf 300, die der Lianen sogar auf 400, und fügt hinzu, dass der Boden des Waldes ihm mehr als 60 Farne geliefert habe, und dass auch die atmosphärischen Orchideen hier ziemlich häufig vorkommen. In den beiden Waldformationen ist also der höchste Gegensatz ausgesprochen, den Klima

und Bewässerung im Bereiche des afrikanischen Baumlebens gestattet, aber die Gebiete, welche sie bewohnen, sind von so ungleichem Umfange, dass die allgemeine Physiognomie des Kontinents nur wenig davon berührt wird. Auch scheint sich der Wald, wo er gelichtet ward, nicht so rasch, wie in Südamerika, zu erneuern: in Angola bedecken sich die verlassenen Felder der Neger zunächst mit Farnkraut und Scitamineen¹⁰⁾.

Die afrikanischen Savanen unterscheiden sich nicht bloss durch die Höhe des Graswuchses, sondern diese hat wiederum einen Einfluss auf die Pflanzenformen, von denen die Gramineen begleitet werden. Die Hochgräser wachsen so dicht und nehmen so viel Nahrungstoff in Anspruch, dass sie Stauden und Gesträuch nicht aufkommen lassen. Höchstens wird hier die Einförmigkeit durch einzeln stehende Bäume unterbrochen. Je niedriger der Rasen bleibt, desto bunter wird die Vegetation zunächst von Stauden des verschiedensten Blütenbaus. Die tropischen Pflanzenfamilien von krautartigem Wuchs sind auf dem Tafellande des Innern von Angola in zahlreichen Arten reich vertreten, einige, wie die Verbenaceen und Acanthaceen³⁵⁾ zeigen auch hier, wie dies in allen heissen Ländern so gewöhnlich ist, die Neigung zu verholzen und in Halbsträucher überzugehen. Was nur in der Organisation sich einem trockenen Klima leichter anschmiegt, ist auf den Savanen in Fülle vorhanden, die Dauergewebe der Blüten in der Immortellenform (*Helichrysum*), das wollige Blatt (z. B. *Crozophora*), das saftreiche Parenchym der Succulenten und Crassulaceen, die unterirdischen Nahrungsspeicher der Zwiebeln und Knollen (Liliaceen und Erdorchideen), die Dornen am Gesträuch. Ob nun aber auch grössere Holzgewächse und Bäume auftreten, ob sie zu Gruppen und lichten Waldungen verbunden sind oder nur vereinzelt aus der Grasebene sich erheben, hängt von Bedingungen ab, die bis jetzt wenig ermittelt sind. Selten scheint der Baumwuchs in den Savanen ganz zu fehlen. Wo dies der Fall ist, kann man es zuweilen aus unvollständiger Entwässerung erklären. Auf dem flachen Tafellande werden bei mangelndem Gefälle oft grosse Landstrecken durch die tropischen Regengüsse Monate lang unter Wasser gesetzt und den unzulänglichen Abfluss kann der Baumwuchs nicht ertragen¹⁰⁾. Die Bäume wachsen überhaupt in den Savanen nicht so schlank und hoch, wie in den Wäldern. Ihre

Stämme werden oft als ärmlich, knorrig und zwergartig bezeichnet. In den Nilländern sind es zum Theil dieselben Baumarten, wie im Walde²⁴⁾, und so wird man leicht auf den Gedanken geführt, dass vielleicht in gewissen Gegenden ein säkularer Wechsel zwischen Wäldern und Savanen bestehen möge, wodurch dann auch die häufigen Uebergänge zwischen beiden Formationen ihre Erklärung fänden, indem die eine durch die andere allmählig verdrängt werden könnte. Allein wo die dichten Hochwälder des Westens, wie auf der Bergterrasse von Angola, an die lichten Savanenwaldungen des Tafellandes grenzen, sind die Bestandtheile beider Formationen völlig geschieden. Und ebenso nehmen die Wälder in der Richtung gegen die Wendekreiswüsten so allmählig ab, dass man dies Verhältniss nur auf die kürzere Dauer der Regenzeiten beziehen kann.

An den Grenzen von Natal und Kaffrarien erkennt man den durchgreifenden physiognomischen Gegensatz zwischen Sudan und dem südlichsten Vegetationsgebiete Afrikas darin, dass die Gestrüchformationen, welche den grössten Theil des Kaplandes bedecken, und die noch am grossen Fischflusse ein undurchdringliches Dickicht bilden, an der Grenze der Sommerregen aufhören und nun die Küste einem nicht minder dichten Tropenwalde, die Hügelterrassen den offenen Savanen überlassen. Es ist überhaupt eine häufig wiederkehrende Erscheinung, dass die Bildung des Gestrüchs auf grossen Landstrecken von dem schwächeren Winterregen begleitet wird, und dass dagegen die intensiveren tropischen Niederschläge der wärmeren Jahreszeit den Wald und die Savane hervorrufen, weil der Baumwuchs mehr Feuchtigkeit als die Sträucher bedarf und die Gramineen ebenfalls wegen ihres grösseren Bedürfnisses mineralischer Nahrung zur Auslaugung des Erdbodens mehr Wasser in Anspruch nehmen. Zwischen der nördlichen Zone, deren Wälder und Wiesen das ganze Jahr hindurch befeuchtet werden, und den tropischen Klimaten sehen wir daher auch am Mittelmeer die Maquis eingeschaltet und durch die Sahara von Gegenden getrennt, wo die Sträucher nur wenig zur Physiognomie der Landschaft beitragen. In Sudan sind die Gestrüchformationen entweder nur untergeordnete Bestandtheile der Savane oder, wo sie häufiger werden, von der Neigung des Bodens abhängig. Die dornige Sodadaform und gewisse Acacien sind es, die in den nubischen Savanen hauptsächlich die Gebütsche zusammen-

setzen, und, zu einer Höhe von 5 bis 20 Fuss heranwachsend, bei einigen ihrer Arten leicht im Hochgrase einen ungetheilten Stamm bilden und dadurch in die Gestalt der Zwergbäume übergehen. Einen grösseren Antheil nehmen die oft mit Schlingpflanzen durchwachsenen Sträucher an der Vegetation der Küstensavane von Nubien²⁴⁾ und Guinea⁶⁾. Auf dem geeigneten Boden Abessiniens begegnen wir sodann dichter zusammenhängenden Strauchformationen²⁰⁾ mit eingemischten Bäumen, und ebenso sind die Gipfel und Schluchten des Hügellandes am östlichen Nilsee von dichten Gesträuchen bedeckt⁴⁾. Da auch in diesen Gebirgslandschaften die Holzgewächse meist dornig sind, so darf man annehmen, dass an den Gehängen und auf steiniger Erdkrume der Abfluss des Wassers an der Oberfläche und in die Tiefe zu sehr gefördert wird, um höhere Bewaldung zuzulassen.

Regionen. Die Vegetation der Gebirge ist in Sudan, namentlich im Inneren, noch wenig bekannt. Einiges, was in dem Abschnitt über Indien ausgeführt wurde, ist auch für Abessinien massgebend. Die tropischen Gebirge unterscheiden sich dadurch von denen der nördlichen Zonen, dass die ausgedehnten Regionen fehlen, wo der Schnee nur in der kälteren Jahreszeit den Boden bedeckt. Periodische Schneeanhäufungen können nur dadurch entstehen, dass der Schnee in der nassen Jahreszeit sich sammelt, in der trockenen verdunstet, also innerhalb enger Höhengrenzen durch den Wechsel der Temperatur. Die Verkürzung der Vegetationsperiode, die auf den Gebirgen der gemässigten und kalten Zonen an die Entfernung des Schnees gebunden ist, fällt unter den Tropen grösstentheils weg und damit auch eine der wichtigsten Bedingungen für die scharfe Abstufung der Pflanzenregionen, die den höheren Breiten eigen ist. Wie in Java, ist der Uebergang einer Region in die andere ein allmäliger und wird je nach der Temperatursphäre der einzelnen Gewächse erst nach und nach bemerklich. Nur wenn diese durch abweichende Gestalt oder geselliges Wachsthum, wie die Bambusen, sich auszeichnen, ist der Wechsel der Regionen ebenso scharf bezeichnet, wie in den Gebirgen der gemässigten Zone. In der tropischen Zone lassen sich Bäume in grossen Höhen denken, die wenig Wärme bedürfen und doch eine lange Dauer ununterbrochener Vegetation beanspruchen. Hiedurch erklärt sich die eigenthümliche Erscheinung in Abessinien,

dass zwei Baumarten noch in den höchsten Erhebungen des übrigens so waldarmen Gebirges gedeihen, der Kosso-Baum (*Brayera anthelmintica*) bis beinahe 11000, der Gibarra (*Rhynchopetalum*) bis über 13000 Fuss hinaus⁴¹⁾. Dies sind Höhen, die in der tropischen Zone vom Baumwuchs selten erreicht werden. Nur auf den Anden und dem indischen Himalaja findet sich Wald noch in ähnlichen Höhen, wo aber die Abhänge von geschmolzenem Schnee feucht gehalten werden, weil das Gebirge höher ist als das abessinische. Nur einzelne der höchsten Gipfel Abessiniens, die nirgends das Niveau von 14000 Fuss übersteigen, tragen geringe Ansammlungen von Schnee, der meist in der trockenen Jahreszeit zu verschwinden scheint, und über der Region des Gibarra giebt es daher keine selbständig abge sonderte, alpine Vegetation. Nicht dass der Baumwuchs zu so kalten Höhen ansteigt, wo das Thermometer zu Zeiten unter den Gefrierpunkt fällt, sondern dass derselbe so weit über der Wolkenregion und auf so beschränktem Areal die erforderliche Feuchtigkeit findet, ist schwierig zu erklären. Auch die plastische Gestaltung Abessiniens ist der Absonderung bestimmter Pflanzenregionen wenig günstig. Schroff eingeschnittene, felsige Thäler unterbrechen die Terrassen, deren weite, ebene Flächen im Niveau von 5000 bis 9000 Fuss liegen und durch die vulkanischen, pflanzenarmen Gipfel unregelmässig bekränzt sind. Es fehlt also auch hier die geordnete Bildung von Gebirgsketten, deren sanftere Böschung der Entwicklung geschlossener Wälder förderlich ist. Wenn man den Mangel an Wäldern von der vernachlässigten Schonung derselben ableiten wollte⁴²⁾, so ist dabei nicht berücksichtigt, dass eine dem geselligen Baumwuchs entsprechende, reichliche und auf weitem Raume gleichmässige Bewässerung weder auf Hochebenen noch an steilen Thalwänden stattfinden kann. Da aber das Hochland an Flüssen reich ist und in dem schönen Bergsee Tsana eine grosse Wassermasse sich sammelt, so leidet die Vegetation auch in der trockenen Jahreszeit viel weniger durch die versiegenden Zuflüsse, als dies im Tieflande Sudans der Fall ist. Dies sind die physischen Bedingungen, unter denen die Formationen der immergrünen Gesträuche und der Wiesen den Wald verdrängen, ohne dass der Baumwuchs irgendwo ganz ausgeschlossen ist. So scheint es wohlbegründet zu sein, dass Schimper⁴¹⁾ in Abessinien nur zwei Pflanzenregionen unterschieden hat:

die Region der Thäler und der Küste (0—6000 Fuss), wo die meisten Gewächse in der trockenen Jahreszeit das Laub verlieren, und

die Region des Hochlands (6000—13000 Fuss), welche er die immergrüne nennt. Hier kann man noch die unteren Terrassen durch die abessinischen Coniferen (*Podocarpus* u. *Juniperus procera*), die oberen durch die Erikenform und den Gibarra unterscheiden ⁴²⁾. In der unteren Region steht die tuppige Tropenvegetation feuchter Thalschluchten mit der dürrn Küstenlandschaft in einem noch viel grösseren Gegensatz.

Die Regionen des Cameruns an der Westküste verhalten sich trotz der Uebereinstimmung vieler Pflanzen und auf ähnlichem vulkanischen Substrat doch von denen Abessiniens völlig abweichend. Auch hier sind nach Mann und Burton nur zwei Hauptregionen ⁴⁴⁾ scharf geschieden, aber die Wälder verschwinden schon in der Höhe von 7000 Fuss:

die Region des dichten Tropenwaldes (0—7000 Fuss), dessen unterer Abschnitt nach Burton's Darstellung an Palmen reich ist und den immergrünen Beständen der äquatorialen Westküste entspricht, während gegen die oberen Grenzen hin (bei 4500 Fuss), also in den Höhen, wo die Wolken sich am leichtesten bilden, die Farne herrschend werden und epiphytische Orchideen auftreten, sodann

die Region der offenen Gramineenabhänge mit immergrünem Gebüsch (7000—12300 Fuss), wo der Boden (mit Ausnahme der nackten Lavabetten), von Rasen bedeckt ist, bis zuletzt an den höchsten Kraterkegeln das Gesträuch aufhört und das Gras nur noch in einzelnen Büscheln wächst. Nur wenig überschreiten vereinzelt Bäume ⁴⁵⁾ die untere Grenze dieser Region (7—8000 Fuss, so dass also der Baumwuchs gegen 5000 Fuss tiefer aufhört als in Abessinien).

Die sanfte Neigung des auf beschränktem Raume gleich dem Aetna sich erhebenden Vulkans ruft hier Wälder hervor, deren Charakter der Nähe des Aequators angemessen ist. Aber sie hören in mässiger Höhe auf, wie in Südenropa, weil wie dort die Feuchtigkeit nach oben rasch abnimmt, weil der Umfang der in die höheren Luftschichten ragenden Gipfel zu gering ist, um auf den Dampfgehalt der Atmosphäre bedeutend einzuwirken. So gross ist der Einfluss

der plastischen Gebirgsgehalt auf die Anordnung der Regionen, dass in Abessinien Baumformen bis in die Nähe ewigen Schnees reichen und doch nirgends grosse Waldgürtel vorhanden sind, am Camerun hingegen die Bäume in das gemässigte Klima kaum eintreten, die tropischen zu dichtem Urwald verbunden sind.

Ueber die Gebirgsregionen im Süden des Aequators fehlen genauere Nachrichten bis jetzt fast ganz. Den ewigen Schnee des Kilimandscharo erreichte Decken nicht und über seine botanischen Sammlungen ist wenig bekannt geworden. Die Waldgrenze des gegen 17500 Fuss hohen Berges wurde im Niveau von 9400 Fuss überschritten, die Schneelinie aus der Ferne auf etwa 16000 Fuss geschätzt⁴⁶⁾. Am Küstengebiete Quathlamba⁴⁷⁾ in Natal, welches 10000 Fuss hoch sein soll, bekleidet tropischer Wald die unterste Region über den Mangroven, dann folgen Bergsavannen und darüber ein Waldgürtel von Podocarpus, allein die Niveau-grenzen sind nicht gemessen worden.

Vegetationscentren. Der verhältnissmässig geringe Reichtum der Flora von Sudan ergibt sich schon aus dem beschränkten Umfange der Pflanzensammlungen, welche bisher wissenschaftlich bearbeitet worden sind. Die Ausbeute Leprieur's und Perrotet's während eines fünfjährigen Aufenthalts in Senegambien wurde auf 1600 Pflanzenarten geschätzt, und selbst diese Ziffer ist wahrscheinlich zu hoch, da in Hooker's Niger-Flora, welche alle damals (im J. 1849) von der ganzen afrikanischen Westküste bekannten Gewächse aufzählt, nur 1870 Phanerogamen erwähnt werden. Das auf die umfassenden Sammlungen Schimper's, Dillon's und Petit's gegründete Werk Richard's über die Flora von Abessinien enthält 1652 Arten, und erst Mann ist es durch seine Thätigkeit an der äquatorialen Westküste gelungen, ein Material herbeizuschaffen, welches sich auf 3000 Arten belaufen soll. Vergleicht man damit die Ergebnisse aus anderen Tropenländern, zum Beispiel den Umfang der Sammlungen Humboldt's, Martius' und Gardner's aus Amerika, Wallich's und der Niederländer aus Asien, von denen jede einzelne auf 6—8000 Arten geschätzt werden kann, so darf man annehmen, dass Sudan nicht halb so viele verschiedene Organisationen erzeugt hat, wie andere Gebiete von ähnlichem Klima. Noch viel auffallender aber erscheint die Pflanzenarmuth des tropischen

Afrikas, wenn wir ihr den Reichthum der Flora des Kaplandes gegenüber stellen, wo auf so engem Raume und auf einem geognostisch übereinstimmenden Boden nicht selten Sammlungen entstanden sind, welche die aus dem Sudan angeführten um das Drei- bis Fünffache in ihrer Artenzahl übertreffen. Diese Gegensätze können hier so wenig, wie anderswo, aus physischen Bedingungen erklärt werden, sie sind eine Eigenthümlichkeit der Vegetationscentren selbst. Nicht die Einförmigkeit des Klimas und der plastischen Gestalt der Oberfläche erläutert die Armuth der Flora von Sudan genügend, da die Anzahl der endemischen Arten in den einzelnen, genauer erforschten Gegenden zu gross ist und also eine Reihe selbständiger Vegetationscentren bereits nachgewiesen werden kann. So fanden sich in der nubischen Sammlung Kotschy's nach Schnizlein's⁴⁸⁾ Untersuchung unter 400 Arten 120, die bis zur Westküste von Senegambien und Guinea verbreitet sind, 140 auf Nubien eingeschränkt. Die Vegetationscentren selbst zeigen sich dürftig in ihren Erzeugnissen, sowohl im Tieflande, als im Gebirge. Mann hat in der oberen Region des Camerun nur 237 Phanerogamen⁴⁵⁾ aufzufinden vermocht, und unter diesen ist wenig mehr als ein Drittheil, also ungefähr dasselbe Verhältniss endemischer Arten enthalten, wie in jener Sammlung aus den Ebenen Nubiens. Noch weit geringfügiger war Mann's Ausbeute bei seinen wiederholten Besteigungen des über 10000 Fuss hohen Gebirgs von Fernando Po (über dem Niveau von 5000 Fuss nur 76 Arten). Reicher als Nubien ist Senegambien an eigenthümlichen Pflanzen, und die grösste Zahl endemischer Arten hat bis jetzt Abessinien geliefert: etwa 1200 Arten, also mehr als zwei Drittheile der Gesamtzahl¹⁶⁾, erschienen zur Zeit der Herausgabe von Richard's Flora als endemische, aber hievon sind jetzt gegen 120 abzurechnen, die Mann am Camerun wiedergefunden hat. Abessinien hat denselben Vulkanboden, wie der pflanzenarme Camerun, aber allerdings einen weit grösseren Umfang und eine mannigfaltig gegliederte, reicher bewässerte Oberfläche. Sennaar und Kordofan, wo Kotschy sammelte, sind gewiss ebenso fruchtbar wie Senegambien, ebenso wechselnd in der Vertheilung von Wald und Savanen, und doch war die Ausbeute jenes unermüdlichen Reisenden so unbedeutend. Die ungleiche Ergiebigkeit der verschiedenen Vegetationscentren scheint auch von der geologischen Geschichte Afrikas

ganz unabhängig zu sein. Wäre die lange Dauer seines kontinentalen Fortbestehens seit den ältesten Perioden dabei von Einfluss gewesen, so ist nicht zu begreifen, weshalb einzelne Gegenden eines Vorzugs geniessen, und gleich sehr widerspricht es den Vorstellungen von der Vervielfältigung der Organisationen im Verlauf grosser Zeiträume, wie von der Verdrängung einer früheren Mannigfaltigkeit durch spätere Einwanderungen, wenn wir sehen, dass die meisten Pflanzenfamilien an Bestandtheilen arm, die Gramineen hingegen so überaus reich sind. Wäre irgend eine Kraft thätig gewesen, die Flora des tropischen Afrikas in dem einen oder anderen Sinne umzugestalten, wie hätte sie in verschiedene Gruppen entgegengesetzt eingreifen sollen? Je unregelmässiger Vertheilung und Wirkungsweise der Vegetationscentren erscheinen, desto mehr müssen die Erklärungsversuche sich bescheiden stehen zu bleiben vor dem Geheimniss der Zeugungskraft, die zwar, was sie hervorbringt, den physischen Bedingungen anpasst, aber nicht Alles, was lebensfähig wäre, auch wirklich in's Dasein ruft.

Ungeachtet der Einförmigkeit Afrikas haben sich die meisten Länder Sudans, die genauer erforscht wurden, als besondere Systeme von Vegetationscentren erwiesen, namentlich im Westen Senegambien, das Aequatorialgebiet und Angola, im Osten Nubien, Abessinien, Mozambique und Natal. Allein der physischen Gleichartigkeit des Kontinents entspricht es, dass die Vermischung der Erzeugnisse einen hohen Grad erreicht und nicht bloss zahlreiche, sondern auch physiognomisch bedeutsame Pflanzenarten von Küste zu Küste und von Norden nach Süden weithin verbreitet sind. Im Tieflande zeigt sich dies namentlich bei der vorhin erwähnten Vergleichung Nubiens und Senegambiens, zweier Länder, die durch den grössten Durchmesser des Kontinents von einander getrennt sind. Eine naturgemässe Eintheilung Sudans in engere Vegetationsgebiete wird durch solche Verhältnisse und durch die Aehnlichkeit der Pflanzenformen und Formationen erschwert. Weit merkwürdiger aber ist die aus Mann's Sammlungen von Hooker nachgewiesene Verknüpfung der Gebirgsfloren Abessiniens mit dem Camerun und Fernando Po⁴⁵⁾. Die Hälfte sämmtlicher Arten und fast alle Gattungen sind identisch. Man kann diese Erscheinung vergleichen mit dem Vorkommen der Alpenpflanzen in Norwegen oder am Kaukasus und

der räumliche Abstand der Gebirge ist in beiden Fällen ziemlich derselbe. Dass, wie Hooker meinte, die alte Vorstellung von den Mondbergen, von einer Gebirgskette, die sich durch das unerforschte Gebiet von Abessinien bis zur Bai von Guinea erstreckte, durch die Verknüpfung so entfernter Vegetationscentren unterstützt werde, wurde schon im Eingange dieses Abschnittes als problematisch bezeichnet. Ein nicht aus Kettengebirg, sondern aus Terrassen gebildetes Hochland verbindet ohne Zweifel Abessinien mit den Nilseen und reicht in seinem äquatorialen Abschnitt bis zur Mitte des Continents, aber der noch übrige unbekannte Raum zwischen dem Albert-Nyanza und dem Camerun ist nicht grösser, als der Abstand von den Alpen bis zu den norwegischen Fjelden, deren gemeinsame Pflanzen mittelst atmosphärischer Agentien über das Tiefland und Meer gewandert sind. Freilich hat Norwegen nicht so viel Antheil an der Alpenflora, wie der Camerun an Abessinien, und von den Holzgewächsen, die hier vielfach übereinstimmen, haben sich nur wenige von den Alpen bis zum europäischen Norden verbreitet. Aber man braucht nur an die Cederwälder des Atlas, des Taurus und des Himalaja sich zu erinnern, die durch noch grössere Zwischenräume getrennt sind, um sich zu überzeugen, dass auch Bäume entlegene Gebirge bewohnen können, die durch Höhenzüge unverbunden sind.

Der Charakter der Vegetationscentren beruht unter den Tropen in weit höherem Grade, als in den beiden gemässigten Zonen, auf klimatischen Einflüssen. Mit zunehmender Wärme und Feuchtigkeit wächst der Reichthum tropischer Organisationen; weniger übereinstimmend sind die Familien, die im gemässigten Gebirgsklima oder in den trockenen Savanen an Mannigfaltigkeit überwiegen. Von den Vegetationscentren der feuchteren Gegenden Westafrikas giebt Hooker's Niger-Flora⁴⁹⁾ eine Vorstellung. Vergleicht man sie mit denen Westindiens oder Guineas, so stimmt sie darin überein, dass zu den reichsten Familien die Leguminosen und Rubiaceen gehören, während sie sich durch Vermehrung der Gramineen, Acanthaceen und Malvaceen, durch Abnahme der Orchideen, der Melastomaceen und Myrtaceen unterscheidet. Indessen ist wegen der Lückenhaftigkeit der Materialien, welche dem Werke über die Niger-Flora zu Grunde lagen, eine Bestätigung oder Berichtigung

nach Mann's reicheren, noch unbearbeiteten Sammlungen aus diesem Gebiete abzuwarten.

Noch unvollständiger ist bis jetzt die Kenntniss der afrikanischen Savanenflora, von deren Verhältnisszahlen die nubische Sammlung Kotschy's einen ersten Anhaltspunkt gewährte⁴⁸⁾. Wie viel einförmiger die Bildungen der Savanen, als der Tropenwälder sind, ergibt sich schon daraus, dass die Zahl der darin vertretenen Familien nur halb so gross ist (56), als in der Niger-Flora (116). Die Zunahme der Gramineen, sowie der Synanthereen, Euphorbiaceen, Malvaceen und Convolvulaceen, die bedeutend verringerte Anzahl dagegen der Rubiaceen sind die hauptsächlichsten Unterschiede zwischen den Vegetationscentren der östlichen Savanen und denen des westlichen Tieflands, wogegen die Leguminosen in beiden die reichste Familie bilden.

Die Verhältnisszahlen in der Flora Abessiniens, wie sie aus Richard's Werk⁵⁰⁾ sich ergeben, sind insofern unbestimmter, als sie die so ungleichen Organisationen der heissen Flussthäler und des offenen Hochlands zugleich umfassen. Doch zeigt sich die Verwandtschaft mit Nubien darin, dass die drei reichsten Familien, die Gramineen, Leguminosen und Synanthereen dieselben sind, und dass in beiden Ländern die Cyperaceen, Malvaceen und Acanthaceen mehr als 2 Procent der Gesamtsumme enthalten. Der Einfluss des abessinischen Gebirgsklimas aber ist dadurch bezeichnet, dass, während die Verhältnisszahl der Gramineen dieselbe bleibt, die Leguminosen abnehmen und die Synanthereen zahlreicher werden. Zu einer vollständigeren Einsicht in den Charakter der afrikanischen Gebirgsregionen gelangt man durch die Vergleichung der abessinischen Flora mit dem Katalog, den Hooker von den über dem Niveau von 5000 Fuss gesammelten Pflanzen der Westküste zusammengestellt hat⁵¹⁾. In beiden Fällen enthalten die Gramineen und Synanthereen über 10 Procent der Gesamtzahl; unter den übrigen vorherrschenden Familien finden sich die Cyperaceen, Labiaten und Scrophularineen; auf dem Camerun vermindern sich die Leguminosen sehr erheblich, und ausserdem unterscheidet sich dieses Gebirge von Abessinien durch die bedeutend vermehrte Anzahl der Orchideen.

Die Selbständigkeit der Flora von Sudan beruht auf den beiden Meeren, die Afrikas West- und Ostküsten bespülen, und auf den

breiten Wüstengürteln, welche die Tropen von den gemässigten Zonen absondern. Obgleich die maritime Entfernung der Kap-Verden und Madagaskars nicht bedeutend ist, so werden doch diese Inseln von dem Kontinente durch Meeresströmungen getrennt, welche die Vermischung ihrer Vegetation erschweren. Auch S. Helena und Ascension stehen durch keine Strömung mit dem tropischen Afrika in Verbindung und behaupten daher ihre eigenthümliche Stellung. Aber an drei Punkten tritt Sudan mit anderen Florengebiets in eine unmittelbare Beziehung, am Nil, am arabischen Meerbusen und in Natal. Der Nil ist der einzige afrikanische Fluss, welcher, die ganze Breite der Sahara durchströmend, an seinen Ufern die Pflanzen Sudans bis zum Mittelmeer bewegen kann. Das Vorkommen der Acacien, der Cassien und der Sykomoren in Oberägypten ist die Folge dieses Verhältnisses, aber die Anzahl nubischer Pflanzen im unteren Nilthal ist geringfügig, weil die Keime, die der Strom hinabführt, nicht mehr das Klima ihrer Heimath und nur eine schmale Strecke geeigneten Bodens finden, die durch den Anbau ihnen fast ganz entzogen ist. Bis in die Nähe des Wendekreises aber, also bis zur Südgrenze der eigentlichen Kulturoase Aegyptens reichen noch manche tropische Gewächse: ungefähr der sechste Theil von Kotschy's nubischen Pflanzen verbreitet sich bis Oberägypten⁴⁸⁾.

Weit inniger ist der Zusammenhang Sudans mit dem tropischen Arabien, von welchem es nur durch die Meerenge von Aden getrennt wird. Hier wächst der Cät-Strauch (*Catha edulis*), dessen Knospen als Nervenreiz den Thee übertreffen sollen, auf den Gebirgen beider Küsten, hier konnte die Kultur des Kaffeebaums aus der afrikanischen Heimath leicht nach Yemen verpflanzt werden. Schouw⁵²⁾ betrachtete Süd-arabien als ein selbständiges Vegetationsgebiet, welches er nach den Balsamsträuchern (*Balsamodendron*) benannte, die auch nach Sudan und Ostindien verbreitet sind. Allein nach der Darstellung Botta's⁵³⁾, dessen Sammlungen leider nicht vollständig bearbeitet worden sind, ist die Physiognomie Yemens mit der des östlichen Sudan übereinstimmend. Die Wälder bestehen ebenfalls aus Acacien und haben viele Pflanzenformen mit dem Sennaar gemeinsam, ausser den Mimosen die Sykomoren-, die Sodadaform, die Dornsträucher, die blattlose *Leptodenia*. Die Succulenten werden hier durch die Aloeform, deren Milchsafft im Handel nach der

arabischen Insel Socotora benannt wurde, und durch eine Euphorbie vom Ansehen eines Salsoleenstrauchs vertreten (*E. Schimperii*). An der Küste von Hadramant⁵⁴⁾ wächst häufig ein Liliaceenbaum von 20 Fuss Höhe aus derselben Gattung (*Dracaena*), wie in Guinea. Auf den Gebirgen von Yemen finden sich Gehölze von einem baumartigen Wachholder (*Juniperus*), gerade wie in Abessinien. In Kotschy's nubischer Sammlung sind nach Schnizlein⁴⁵⁾ mehr als zehn Procent enthalten, die auch in Arabien wachsen. Nach diesen That-sachen halte ich es nicht für naturgemäss, die Flora Yemens von der von Sudan zu trennen, wie auch die arabische Wüste nur ein Glied der Sahara ist. Aber die tropische Vegetation erstreckt sich nicht in das Innere der Halbinsel, sie bezeichnet nur längs der Küste den Gebirgsrand der Wüste Dahna, weil die Luftströmungen, die vom indischen und rothen Meere kommen, an den äusseren Bergketten die Feuchtigkeit verlieren und der Boden des inneren Tafellandes zu trocken ist und zu hoch liegt, um Zenithregen zu erzeugen. Nur die Flora der Südwestküste (Yemen) ist einigermaßen bekannt, das östliche Gebiet von Maskate (Oman) ist bereits Indien sehr genähert und bietet dadurch eine leichte Vermittelung für die Mischung der ostindischen und afrikanischen Centren. So ist die Vegetation des tropischen Arabiens als eine Uebergangsflora aufzufassen, welche aus drei Klimaten, denen Sudans, der Sahara und der indischen Monsunländer, Gewächse aufgenommen hat, ohne selbst an endemischen Erzeugnissen reich zu sein. Will man hier bestimmte Grenzen festhalten, so scheint es am passendsten zu sein, den grössten Theil Arabiens zu der Sahara, den tropischen Küstensaum zu Sudan zu rechnen und, da das Gebiet von Sind durch Regenlosigkeit und Vegetation sich ebenfalls an die Sahara anschliesst, das Reich der indischen Flora erst jenseits der Indusmündung beginnen zu lassen.

Von der Vermischung der Floren in Südarabien giebt Anderson's Schrift über Aden⁵⁵⁾ eine deutliche Vorstellung, und dies ist die einzige genau ausgearbeitete Darstellung, die man bis jetzt von der tropischen Vegetation in diesen Gegenden besitzt. Allein wegen des dünnen, vulkanischen Felsbodens und der geringfügigen Niederschläge, die in manchen Jahren ganz ausbleiben, ist die Halbinsel von Aden so pflanzenarm, dass nur 95 Arten nachgewiesen werden konnten. Von diesen ist weniger als ein Drittheil (30) auf Arabien

beschränkt, mehr als ein Viertel (26) wächst auch in Sudan, fast ebenso viel (21) auch in der Sahara und etwa 10 Procent verbreiten sich nach Sind und Ostindien, ohne in Afrika vorzukommen. Eine der merkwürdigsten Pflanzen des tropischen Arabiens ist ein Apocynceenstrauch (*Adenium obesum*), dessen fleischiger Stamm kugelförmig angeschwollen ist, und auf dessen nackten mit einer Blattrosette endenden Zweigen eine Dolde von Oleanderblumen prangt. Da aber ausser dieser noch viele andere der auf Arabien eingeschränkten Arten Adens Wüstenpflanzen sind, so ist die Verwandtschaft der Flora mit der der Sahara weit grösser, als mit der von Sudan. Um nun dies mit dem scheinbar widersprechenden Ergebniss der botanischen Forschungen in Yemen (der Südwestküste) in das richtige Verhältniss zu setzen, ist die klimatische Eigenthümlichkeit des tropischen Arabiens hier noch etwas eingehender zu berühren.

Das innere Tafelland Arabiens bildet südlich vom Wendekreise die Wüste Dahna oder Akkaf [24—15° N. B. ⁵⁶], welche längs der Küste von einem breiten Randgebirge umgürtet wird und wenigstens in dessen unmittelbarer Nähe in hohem Niveau liegt ⁵⁷). Das Randgebirge mit seinen Thälern, deren Flüsse in der nassen Jahreszeit anschwellen und dann allein das Meer erreichen können, ist der fruchtbare, bevölkerte Theil des tropischen Arabiens, auf welchen die Schilderung Botta's sich bezieht. Yemen im Südwesten, Hadramaut längs der Süd- und Oman an der Ostküste sind die Landschaften, die diesen Gebirgsketten ihre Bedeutung verdanken. An ihrem Fusse aber erstreckt sich rings um die Halbinsel die dürre Küstenebene Tehama in wechselnder Breite von 4 bis 20 g. Meilen ⁵⁸), wo die Bergströme versiegen, wo die Sonnengluth, durch den sandigen Boden oder auf nackten Felsen zur höchsten Intensität gesteigert, nur Pflanzen der Wüste aufkommen lässt. Aden mit seinen schroffen Gipfeln und steilen Klippen ist ein Vorgebirge der Tehama von 1665 Fuss Höhe. So begreiflich es hiernach ist, dass die Vegetation der arabischen Sahara sich hier vorzugsweise angesiedelt hat und die Pflanzenformen Yemens zurücktreten, so lässt sich doch die Flora von Aden unter dem klimatischen Gesichtspunkte nicht als ein Glied der regenlosen Wüste betrachten. Denn die Niederschläge, die hier vom Oktober bis Ende April eintreten und also in

den Winter fallen, liefern in gewissen Jahren 6—7 Zoll Wasser⁵⁸⁾. Ganz ähnlich ist das Klima der abessinischen Küste von Massowa, wo unter Einflüssen des Bodens und Reliefs der klimatische Charakter Sudans aufhört. Nur auf dem Gebirgszuge von Yemen ist bis jetzt das normale, tropische Klima mit dreimonatlichem Sommerregen⁵⁹⁾ nachgewiesen. Und gerade dies ist die Landschaft, deren Vegetationscharakter Arabien mit Sudan verbindet. Die merkwürdige Thatsache, dass in der Tehama und in den Gebirgen die Niederschläge in entgegengesetzte Jahreszeiten fallen, ist eine Folge des im Sommer herrschenden Seewinds, der in der Küstenebene noch stärker erhitzt wird und erst am Gebirge seine Feuchtigkeit abgiebt, während im Winter die Luftströmungen vom Festlande ausgehen und gelegentlich, aber wenig regelmässig die kalte Luft der Gebirgshöhen herabsinkt und zu den doch nur seltenen Niederschlägen des Litorals den Anlass bieten mag. Das tropische Arabien ist ein kleines Monsungebiet für sich, wo die See- und Landwinde nach den Jahreszeiten wechseln, wie in Ostindien, aber in verschiedenen, durch die Küstenlinien bestimmten Richtungen wehen. In dem nordwestlichen Theile des indischen Oceans, der die Küste von Hadramaut bespült, wird der Sommermonsun zu einem Südostwinde⁶⁰⁾, und zu derselben Zeit wird Yemen, also die Westküste der Halbinsel, im südlichen Theile des rothen Meers durch einen Nordwestwind getroffen, und dieser ist es, der die tropischen Regen im Gebirge hervorbringt. Die Insel Socotora (12° N. B.), wiewohl nicht weit entfernt von der arabischen Südküste, liegt schon im Bereich der indischen Monsune, des Südwest im Sommer, des Nordost im Winter. Aber so verschiedenartig hier am Ausgange des rothen Meers die abessinischen Passatwinde und die arabischen und indischen Monsune sich berühren, so hängt doch, wie in Sudan, die Vegetation nicht von dem Zeitpunkt, sondern von der Dauer und Intensität der Niederschläge ab. Im Gegensatz zu der heissen Sand- und Felsküste Arabiens ist Socotora⁶¹⁾ eine grüne Insel mit bewaldetem Gebirge. Die nördlichen Gehänge tragen einen reichen Humusboden, üppige Vegetation mit reichlichem Graswuchs. Und doch fällt auch hier, wie in der Tehama, die Entwicklungsperiode der Pflanzen in den Winter, weil die Regenzeit der Nordküste von dem winterlichen Monsun veranlasst wird. So ist diese Insel als

ein neues Verbindungsglied zwischen der Flora des östlichen Sudans und des tropischen Arabiens anzusehen, sowie sie auch von Hadramaut die Form der Aloe und der Dracaenen entlehnt, von denen die letzteren in dem Gebirge [800—3000 Fuss⁶¹⁾] sehr verbreitet sind.

Die Verknüpfungen der indischen Flora mit Sudan beruhen nicht bloss auf natürlicher, durch Arabien vermittelter Einwanderung, sondern sind durch die Berührung und Vermischung der Völker, die diese Erdtheile bewohnen, bedeutend erweitert worden. In Kotschy's nubischer Sammlung sind 80 Arten⁶²⁾, also nicht weniger als 20 Procent enthalten, die auch in Ostindien einheimisch sind, in Richard's abessinischer Flora sinkt diese Verhältnisszahl indessen auf 6 bis 7 Procent. Diese Vermischung ist in den meisten Fällen durch die Verbreitung der tropischen Kulturpflanzen bedingt, und daher sind nur wenige Holzgewächse darunter begriffen und auch diese zum Theil wegen ihrer Benutzung nach Sudan eingeführt. Oft lässt sich die indische Heimath solcher Gewächse nachweisen: denn allgemein hat sich R. Brown's Ansicht bestätigt, dass die Kulturpflanzen der Neger, sofern sie auch in Asien gebaut werden, aus dem Osten abstammen⁶³⁾. Mit diesen haben sich auch diejenigen Gewächse, welche dem Menschen auf seinen Wanderungen folgen und ihn in seine Ansiedelungen begleiten, grösstentheils in westlicher Richtung, also von Indien nach Afrika verbreitet. Kulturpflanzen hingegen, die, ohne Asien anzugehören, in Afrika und Amerika gebaut werden, sind meist afrikanischen Ursprungs und also ebenfalls in westlicher Richtung über das atlantische Meer gelangt. Ausnahmen finden sich an der Westküste, indem die Jesuiten, die in beiden Kontinenten den Eingebornen ihre Thätigkeit widmeten, z. B. nach Angola¹⁰⁾ nicht bloss amerikanische Kulturgewächse, sondern auch Bäume wegen ihres Holzes eingeführt haben sollen. Hievon abgesehen, beweist die durch den Verkehr vermittelte Vermischung transoceanischer Vegetationscentren, dass von jeher die Kultur der Negervölker von Indien und Arabien aus beeinflusst wurde, und dass der Sklavenhandel sodann in den letzten Jahrhunderten Amerika mit neuen Pflanzen bereichert hat. Ganz anders verhält es sich mit der Einwanderung solcher Gewächse, bei denen eine Mitwirkung des Menschen undenkbar ist⁶⁴⁾. Hier ist die Ver-

knüpfung von Indien und Sudan noch sehr bemerklich und wird vorzugsweise durch Arabien, in gewissen Fällen auch durch Madagaskar und die Maskarenen vermittelt. Die Verbindungen mit Amerika sind, entsprechend dem Mangel solcher Zwischenglieder, von weit geringerer Bedeutung und fast nur auf Litoral- und Wasser-Pflanzen beschränkt. Solche Ansiedelungen lassen sich auf die senegambische Verzweigung des Golfstroms zurückführen und sind also in entgegengesetzter Richtung, wie die asiatischen, von Westen nach Osten vor sich gegangen. Diese amerikanischen Bestandtheile der Flora von Sudan zeichnen sich durch den Standort in der Nähe der westlichen Seeküste aus, sie überschreiten deren Terrassenerhebung nicht⁶⁵⁾. Im Innern dagegen werden die indischen Arten in demselben Grade häufiger, als die amerikanischen verschwinden.

Von den übrigen Verbindungen mit anderen Vegetationscentren sind nur die mit dem Kap-Verden und mit Madagaskar von Bedeutung. Aber bemerkenswerther sind einige Fälle des Vorkommens europäischer und südafrikanischer Gewächse auf den Gebirgen Sudans. Zwar ist die Anzahl der europäischen Pflanzen daselbst beträchtlich, sie beträgt in Richard's abessinischer Flora 6 und steigt sogar am Camerun auf 11 Procent. Aber nur wenige Arten bleiben in Abessinien übrig, wenn man die durch den Ackerbau verbreiteten und die Wasser- und Sumpfpflanzen abrechnet⁶⁶⁾. In der oberen Region des Camerun findet sich zwar kein Anbau, aber dieselben Kräfte, welche den Endemismus Abessiniens und der Gebirge an dem Meerbusen von Guinea verknüpften, können auch auf die eingewanderten Pflanzen gewirkt haben. Die Wiederkehr von Pflanzen der gemässigten Zone auf tropischen Gebirgen ist an sich selten, und dies ist begreiflich, weil zwar gleiche Mittelwärmen, aber nicht die übrigen klimatischen Einflüsse wiederkehren. Auf den Anden und auf den Gebirgen von Java fehlen mit seltenen Ausnahmen die Pflanzen hoher Breiten. Nur bei verringertem geographischen Abstände, wie auf den Nielgherries, oder durch Verbindung der Hebungslinien, die den Uebergang erleichtert, werden solche Wanderungen häufiger. Die abgesonderte Lage Abessiniens erscheint wie eine unüberschreitbare Schranke der natürlichen Ansiedelungen vom Norden her. Und doch wissen wir, dass manche europäische Zugvögel bis in die äquatorialen Gegenden Afrikas

gelangen. Einige wenige auffallende Beispiele von Verbreitungsbezirken, die durch weite Lücken unterbrochen sind, nöthigen also auch in diesem Falle nicht durchaus, die Entstehung derselben Art an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche vorauszusetzen. Von den 27 europäischen Pflanzenarten⁴⁵⁾, welche Mann auf den Gebirgen an dem Meerbusen von Guinea und zwar sämmtlich in Höhen über 7000 Fuss gefunden hat, führt Hooker an, wie sie fast ohne Ausnahme durch ihre Organisation zur atmosphärischen Wanderung geeignet sind, 6 durch hakenförmige Organe, die sich leicht dem Gefieder der Vögel anhängen, 18 durch Kleinheit des Samens, eine Art als Wasserpflanze, eine mit Beeren und langer Dauer der Keimkraft. Kein Holzgewächs ist darunter; nur drei sind bis jetzt nicht auch zugleich in Abessinien angetroffen. In der Gebirgsflora Abessiniens finden sich zwei Sträucher als einzige Vertreter europäischer Holzgewächse, von denen aber das eine vielleicht durch Kultur dahin gelangte, und so bleibt als räthselhaft nur eine Erika übrig (*E. arborea*), die zu den gewöhnlichsten Erzeugnissen des Mittelmeergebiets gehört. Nach den klimatischen Bedingungen, unter denen sie steht, ist es denkbar, dass sie sich über Syrien nach Arabien und von da nach Abessinien verbreitet hat, allein nach Fresenius soll sie eine von der europäischen verschiedene Art sein (*E. acrophyta*).

Von Kappflanzen sind in Richard's abessinischer Flora 29 Arten aufgezählt, von denen aber einige (z. B. *Podocarpus elongatus* Rich.) nicht identisch zu sein scheinen. Immer wird aber eine Reihe von Holzgewächsen⁶⁷⁾ übrig bleiben, die am Kap und zugleich auf den Gebirgen Abessiniens einheimisch sind. Es ist abzuwarten, ob nicht die Gebirgsterrasse längs der afrikanischen Ostküste eine Aufklärung über die Wanderung dieser Arten geben wird. Am Camerun sind noch viel weniger Kappflanzen angetroffen, unter denen ein Baum mit Beerenfrüchten (*Ilex*) am meisten auffällt. Auch die vereinzelt Fälle des Wiederauftretens von Pflanzen der Maskarenen⁶⁸⁾ und Madagaskars auf diesem Gebirge und in Fernando Po werden vermuthlich durch weitere Forschungen in den südlichen Theilen Afrikas erläutert werden.

IX.

Kalahari.

Klima. Von den Grenzen des Kaplandes am Gariep (29° S. B.) bis zum See Ngami (20°) und von der Wüste Kalahari bis zur atlantischen Küste Südafrikas erstrecken sich wasserlose Landschaften, die man mit der Sahara zu vergleichen pflegt. Wie im Norden des Erdtheils sind es auch hier die Wendekreisgegenden, welche des fließenden Wassers entbehren; wie dort die Mediterranfordora durch die grosse Wüste von Sudan abge sondert ist, so hier die Kapflora, die sich nur im Osten, in Kaffrarien, mit tropischen Pflanzenformen berührt, übrigens aber um so abgeschlossener dasteht, je entschiedener ihr das Klima der Kalahari entgegnetritt. Nur die centralen Theile des Gebiets führen den Namen Kalahari-Wüste, aber ich fasse hier unter der Bezeichnung Kalahari auch die westlich gelegenen Landschaften, also Gross-Namaqua und Damara zusammen, die ebenso wasserlos sind, und deren Vegetation sich vielfach mit der der Wüste zu vermischen scheint.

Diese Länder sind erst seit den letzten zwanzig Jahren einigermaßen bekannt geworden, und zwar durch die Thätigkeit von Missionaren und Jagdliebhabern: botanisch untersucht sind sie bis jetzt noch nicht oder doch nur an wenigen Punkten. Erst im J. 1849 gelang es Livingstone, die Schwierigkeiten zu überwinden, welche die Wüste Kalahari den Kapreisenden bei ihren Versuchen, nach Norden in den Kontinent vorzudringen, bis dahin entgegengesetzt hatte. Wiewohl nun diese Hindernisse hauptsächlich auf dem Mangel an Wasser beruhten, so muss man doch jetzt die Frage aufwerfen, ob man wirklich mit Recht von einer südafrikanischen Wüste reden

kann. Denn wenn auch die Flussbetten trocken sind oder nur periodisch Wasser führen, wie die Wadis der Sahara, und ebenso Quellen und Brunnen nur in weiten Entfernungen angetroffen werden, so besitzt doch das Kalahari-Gebiet eine ziemlich regelmässig wiederkehrende Regenzeit, wenn auch oft in Jahren der Dürre die Niederschläge ganz ausbleiben. Das Wasser versiegt eben und hat auch hier ohne Zweifel einen unterirdischen Lauf, aber da die Niederschläge häufiger und stärker sind, als in der Sahara, und da die Befechtung des Bodens durch Grundwasser nachhaltiger wirkt, als dort, so ist auch die Vegetation der Kalahari bei Weitem dichter und mannigfaltiger, die grossen Säugethiere der tropischen Savanen sammeln sich hier, wenn auch nicht in jeder Jahreszeit, in grösseren Schaaren als irgendwo sonst. Knüpft man indessen den Begriff der Wüste nicht an Regenlosigkeit, sondern an das Fehlen dauernder Wasserspiegel, so ist das Kalahari-Gebiet allerdings wüst und grossentheils unbewohnbar zu nennen. Es bildet eben ein eigenthümliches Mittelglied zwischen Wüsten, Savanen und Gesträuchsteppen, es besitzt keine Oasen mit sesshafter Bevölkerung, wie die Sahara, sondern wird von herumschweifenden Nomaden bewohnt¹⁾ und durch ihre Viehzucht belebt, wie die asiatische Steppe, und es unterscheidet sich von den Savanen Sudans durch eine Dürre des Bodens, die den Ackerbau fast ganz ausschliesst. Auch fehlen, wie wohl die Kalahari keine baumlose Steppe, sondern in gewissen Gegenden sogar von Wäldern bedeckt ist, die Palmen der Sahara doch durchaus und die Südgrenze dieser Pflanzenform²⁾ bildet zugleich die Linie, wo die nomadischen Stämme der Hottentotten und Betschuanas³⁾ mit den Negern und ihrem Ackerbau zusammentreffen.

Das Klima der Kalahari steht in engstem Zusammenhang mit dem Relief des Bodens, und in dieser Beziehung sowohl in den Hebungslinien, welche die Küste begleiten, als in den durch diese eingeschlossenen Hochflächen stimmt das südliche Afrika mit den angrenzenden Theilen Sudans überein. Nur liegt das centrale Tafelland im Allgemeinen höher und geht am Gariep unvermerkt in die Hochebenen des Kaplandes über, so dass es von den am Aussenrande liegenden Gebirgshöhen oft kaum überragt wird und daher mehr einer weiten Bergterrasse als einer eingeschlossenen Ebene gleicht. Es kann daher das Klima des Tafellandes und seiner Randgebirge

zusammengefasst und muss von dem Vorlande der Westküste abge-sondert betrachtet werden.

Das Tafelland mit Einschluss der Wüste Kalahari unterscheidet sich von der Sahara in klimatischer Beziehung nicht bloss dadurch, dass es stärkere Niederschläge empfängt, sondern dass dieselben auch in die entgegengesetzte Jahreszeit, in den Sommer fallen, wie in Sudan. Es ist gewiss eine merkwürdige und nicht ganz einfach zu erklärende Erscheinung, dass die beiden Wüsten Afrikas bei gleichem Abstand vom Aequator und bei ähnlicher Bildungsweise und Unsicherheit der Niederschläge sich doch so verschieden verhalten, dass die Entwicklung der Pflanzen in der Sahara in den Winter, in der Kalahari in den Sommer fällt. In beiden Fällen sind es nämlich Gewitterschauer⁴⁾ oder der Gewitterbildung ähnliche Regengüsse, die eine Masse von Wasser liefern und dann wieder lange Zeit ausbleiben, in der Kalahari nicht selten ganze Jahre hindurch, in der Sahara während noch viel längerer Perioden. Die Niederschläge fallen zwar in Sudan und in der Kalahari unter der gleichen Bedingung des Zenithstandes der Sonne, aber in Sudan wiederholen sie sich zu ihrer Jahreszeit so sicher und mit solcher Ergiebigkeit, dass sie grosse Stromsysteme mit Wasser füllen und überall das Füllhorn tropischer Natur ausgiessen, während in der Kalahari die Flussbetten meist trocken da liegen und nur kurze Zeit bald wieder versiegendes oder hier und da zu Quellen sich aufstauendes Wasser führen. Je länger die Sonne in der Nähe des Zeniths verweilt, desto stetiger wird der aufsteigende Luftstrom, der die Niederschläge erzeugt. In den Wendekreisgegenden, wo diese Periode allmählig immer kürzer wird, ist die Ausbildung aufsteigender Luftströme, wie in höheren Breiten, eine vorübergehende Erscheinung. Um eine Kraft zu gewinnen, die gross genug ist, Gegenströme und dadurch Gewitterschauer hervorzurufen, kommt nun weniger der Stand der Sonne selbst, als die örtliche Ungleichheit der Atmosphäre und des Bodens in Betracht, die Atmosphäre nach ihrer Bewölkung, der Boden nach seiner verschiedenen Erwärmungsfähigkeit. Solche Wirkungen sind, sofern es auf örtliche Gegensätze der Temperatur ankommt, in allen Jahreszeiten möglich, aber die Wintergewitter sind Ausnahmen, weil der hohe Stand der Sonne die Gegensätze stärker ausbildet. Die Sahara mit ihren Wintergewittern ist daher

in bedeutendem Nachtheil gegen die Kalahari, wo man im Sommer eine reichliche Bewässerung erwartet. Selbst in Nordeuropa giebt es eine Gegend, die Westküste Norwegens, wo fast nur Wintergewitter vorkommen, die in unseren Breiten so selten sind. Aehnlich ist also das Verhältniss der Sahara zur Kalahari, aber in Afrika, wo die Bewegungen der Atmosphäre so viel einförmiger und einfacher geregelt sind, ist diese Erscheinung doch verständlicher, als in Europa.

In der trockenen Wüstenluft ist noch eine besondere Bedingung für die Bildung von Niederschlägen zu erfüllen, es müssen dampfreichere Regionen, wenn nicht in den unteren, so doch in den oberen Schichten der Atmosphäre vorhanden sein, und dieser Wasserdampf kann nicht durch Verdunstung an Ort und Stelle entstehen, sondern nur von auswärts herbeigeführt werden. Man muss annehmen, dass die Wintergewitter der Sahara aus dem Antipassat ihre Niederschläge entlehnen, weil dies hier die einzige Quelle der Feuchtigkeit ist, die der Aequator über die Wüste aussendet, wogegen der Passat, von dem asiatischen Kontinent herüberwehend, eben deshalb so wenig Dampf enthält, wie vielleicht nirgends weiter auf der Erdkugel. Die Kalahari steht ebenfalls unter dem Einfluss des Passatwindes, aber hier ist es ein Südostwind, der, wenigstens im Sommer, seinen Ursprung im indischen Ocean hat und deshalb Wasserdampf mit sich führt. Zwar verliert der Sommerpassat an der Küstenterrasse von Natal seine Feuchtigkeit, aber dies gilt nicht von den oberen Schichten dieses Windes, der über dem Gebirge ungebrochen hinübergleitet und daher seinen Wasserdampf dem inneren Tafellande zuführt. Denn die Luftsäule, welche als Passat sich bewegt, reicht weit höher in die Atmosphäre, als die südafrikanische Küstenterrasse. Es ist daher zu erwarten, dass, wenn der Boden der Kalahari im Sommer auf das stärkste erhitzt wird, aufsteigende Luftströme sich daselbst ausbilden, die durch den rasch aus der Höhe herabsinkenden Passat ausgeglichen werden und durch Vermischung kalter und warmer Schichten zur Gewitterbildung den Anlass geben. Nach dieser Auffassung stammt der Wasserdampf, der zu Regenwolken sich verdichtet, in der Kalahari aus dem Passat des indischen Meers, in der Sahara hingegen aus dem Antipassat, der von Sudan kommt, dort im Sommer den Regen spendend, wenn aufsteigende Luftströme

stärker entwickelt sind, hier im Winter, wenn sie den äquatorialen Wasserdampf in geringerer Höhe erreichen und daher leichter in Wechselwirkung ziehen können.

Es ist aber für die Sommergewitter der Kalahari noch ein anderes Verhältniss von Bedeutung, welches auf den wechselnden Winden von Natal beruht. In dieser Breite hat die afrikanische Ostküste keinen dauernden Passat, sondern, wie schon in dem Abschnitt über Sudan erwähnt wurde, weht hier der Wind nur im Sommer, vom November bis zum März, aus dem indischen Meere, in den übrigen Monaten herrschen Landwinde. Jenseits der Küstenterrasse scheinen zwar die östlichen Luftströmungen das ganze Jahr hindurch wenigstens im nördlichen Theil der Kalahari vorzuwalten, aber eine Aspiration, die in der Wüste selbst und nicht im Meere ihren Ursprung nimmt, führt auch keinen Wasserdampf, und daher beschränken sich die Gewitterbildungen auf den Zeitraum, wo der Passatwind feuchter ist. Die Einwirkung des indischen Oceans auf das Klima und die Vegetation der Grenzgebiete zwischen der Ostküste und der Wüste Kalahari hat Livingstone⁵⁾ mit sicherem Verständniss erläutert. Er behauptet, dass den grössten Theil des Jahrs hindurch ein Ost- oder Ost-südostwind in der Kalahari herrsche, der auf dem Küstengebirge seine Feuchtigkeit verloren habe: wo aber dieses unterbrochen oder niedrig sei, oder wo die Berggipfel im Inneren über dasselbe hervorragten, finde man auch hier ein feuchteres Klima und eine diesem entsprechende Vegetation. So könne man noch dicht an den Grenzen der Wüste Kalahari einzelne Berge antreffen, auf deren Höhen Farne und Piperaceen gedeihen, die in den unteren Regionen derselben niemals vorkommen. Hieraus erklärt sich die Vermischung der Pflanzenformen zweier Gebiete in der Transvaalschen Republik⁶⁾, wo in einigen Gegenden nur europäische Cerealien, in anderen Kaffee und sonstige tropische Kulturpflanzen gebaut werden, und wo ungeachtet des hohen Niveaus die Formationen Sudans noch einmal auftreten.

Die tropischen Elevationsregenzeiten der Ostküste sind also wohl von den unsicheren Niederschlägen der Kalahari zu unterscheiden, wiewohl beide dem Zenithstande der Sonne entsprechen und an dieselben Monate gebunden sind. Der Zeitraum, in welchem die Gewitterregen auf dem inneren Tafellande erwartet werden,

beginnt unmittelbar, nachdem die Sonne die höchste südliche Deklination erreicht hat, gegen Ende December und dauert bis zum Mai⁷⁾. Zuweilen erfolgen schon einzelne Regengüsse im September und Oktober und wecken die Vegetation aus ihrem Winterschlaf: das sind Ausnahmen, wie sie auch in der Sahara zur Zeit des Sommers vorkommen, und wie sie überhaupt bei der Gewitterbildung in allen Breiten möglich sind, sobald das örtliche Gleichgewicht der allgemeinen atmosphärischen Strömungen bedeutend gestört wird. Im Ganzen dauert demnach die Periode der Niederschläge in der Kalahari sogar länger als in Natal, aber um so grösser muss der Unterschied ihrer Ergiebigkeit für das Pflanzenleben sein, dessen Fülle von der Stetigkeit des Wasserzufflusses abhängt.

Die häufigen Unterbrechungen, welche die Benetzung der Wüste erleidet, die Jahre völliger Regenlosigkeit, die in neuester Zeit besonders fühlbar auf den Heerdenbestand zurückwirkten, haben die Vorstellung von einer fortschreitenden Abnahme der Niederschläge und der Fruchtbarkeit hervorgerufen. Man hat auf die Breite der trockenen Flussbetten hingewiesen, die jetzt auch der stärkste Regen nicht zu füllen vermag, aber in solchen Fällen giebt es keinen Anhaltspunkt zur Entscheidung, ob die Einschnitte des Bodens aus früheren geologischen Perioden stammen oder neuen Ursprungs sind. Moffat⁸⁾ spricht von Traditionen, dass sonst hochstämmige Wälder bestanden und damals die Heerden in hohem Grase weideten; er beobachtete selbst die Ueberreste von gewaltigen Giraffen-Acacien an Orten, wo jetzt über die Gesträuche sich kaum ein einzelner Baum erhebt. Die Ursache dieser Waldverwüstungen liegt in der Gewohnheit der Eingebornen, das Weideland durch Steppenbrände zu verjüngen, wie es bei Wandervölkern so gewöhnlich ist. Allein auch da, wo im Damaralande noch jetzt ausgedehnte Wälder vorhanden sind, ist das Klima nicht minder arm an atmosphärischen Niederschlägen, wie in der offenen Wüste, und auf dem dürrsten Boden ist das Wachsthum der diesem Klima entsprechenden Bäume unbeschränkt. Wichtiger sind die von Wilson gesammelten Erfahrungen, dass das Grundwasser in den Brunnen der Wüste jetzt tiefer steht als ehemals⁸⁾, dass an den Grenzen der Kalahari Quellen und Flüsse, die zu Menschengedenken Wasser führten, jetzt versiegt sind, die Wälder, einmal zerstört, sich daselbst nicht erneuern, sondern durch

Gesträuch ersetzt werden, und dass auf diese Weise die wasserlose Landschaft nach Osten sich weiter und weiter ausbreitet. Ob dies Folgen periodischer Aenderungen des Klimas sind, lässt sich bei der Kürze der Beobachtungszeit freilich nicht mit Sicherheit entscheiden, aber es ist nicht zu läugnen, dass die Verminderung der Bäume hier ebenso sehr, wie in den Ländern am Mittelmeer, dazu beitragen muss, den Dampfgehalt der Atmosphäre zu verringern und durch die Abnahme der Verdunstung und die Schattenlosigkeit des Bodens die Wärme zu erhöhen. Denn da die Bäume, und wenn sie auch nicht durch Regen, sondern nur durch Grundwasser belebt werden, nach Massgabe ihrer Blattoberfläche jede andere Pflanzenform an Verdunstungskraft so sehr übertreffen, so steuern die Wälder gleichsam einen Zoll zu dem Wasserdampf des Seepassats, und wenn sie ihn auch nicht sogleich als Niederschlag zurückerkempfangen, so kommt er ihnen doch früher oder später zu Gute, sobald ein Gewitter sich bildet oder von der Binnenseite der Küstengebirge aus der unterirdische Wasserlauf verstärkt wird.

Ein vom Tafellande abweichendes Klima ist dem niedrigen Vorlande der Westküste eigen, welches in einer wechselnden Breite von 6 bis über 20 g. Meilen⁹⁾ vom Kap Negro in Süd-Benguela (16° S. B.) bis über den Gariap hinaus die Bergterrasse vom atlantischen Meere scheidet. Auf diesem Küstenstreifen fehlen die Gewitter der inneren Landschaften, hier regnet es fast niemals, und, wiewohl starker Thau gewöhnlich ist und auch in den Wintermonaten dichte Nebel das Land verschleiern, so hält doch der Boden die Feuchtigkeit nicht zurück und es entsteht eine unbewohnbare Sandwüste. Bis zum Kap Negro wird diese Küste von dem kalten südatlantischen Meeresstrom bespült, und neun Monate lang wehen südliche Winde bei klarem, wolkenlosem Himmel, nur von einem leichten Dunst am Horizont begleitet. In den drei Wintermonaten ist die Luft entweder still oder schwache Brisen kommen aus Nordwesten und diese sind es, die den starken Nebel hervorbringen. Die Regenlosigkeit ist eine Wirkung des Südwindes, eines durch die Küstenlinie aus seiner Bahn etwas abgelenkten Passats, der auf seinem Wege nach Norden sich erwärmt und den Wasserdampf auflöst, der nur des Nachts als Thau sich verdichtet. Dass aber auch die kalte Meeresströmung zu der Wolkenlosigkeit der Atmosphäre und zu den winterlichen Nebeln

in Beziehung steht, ist nach den ähnlichen Erscheinungen an der peruanischen Küste wahrscheinlich, wo dieses Verhältniss näher erörtert werden wird. Gewiss ist es nicht ohne Bedeutung, dass die Kalahari-Küste in dreifacher Beziehung mit der peruanischen übereinstimmt, in ihrer Erstreckung von Norden nach Süden, in den vorherrschenden Südwinden und in dem kalten Meeresstrom, der sie gerade so weit berührt, wie die Dürre des Klimas reicht. Ebenso hat auch Peru einen wolkenlosen Himmel, der nur durch Winternebel unterbrochen wird, und so haben sich auch an beiden Küsten die Guano-Vorräthe anhäufen können, ohne durch atmosphärische Niederschläge von ihren Eilanden fortgespült zu werden.

Ueber die Wärmeverhältnisse der Kalahari ist man bis jetzt nur sehr unvollständig unterrichtet, aber auch in dieser Beziehung soll die Küste sich wesentlich von dem inneren Tafellande unterscheiden. Unter dem Einflusse des kalten Meeresstroms, dessen Temperatur nur geringen Schwankungen unterliegt, ist das Klima der Küste gleichmässig und im Verhältniss der geographischen Breite kalt, etwa mit dem des südlichen Irlands zu vergleichen. Die Temperatur soll am Meeresufer gewöhnlich zwischen 8° und 13° R. sich bewegen¹⁰⁾, also bedeutend niedriger sein als in der Kapstadt. Allein derselbe Gewährsmann, dem diese Angaben entlehnt sind, erwähnt, dass im Sommer zu Scheppmannsdorf, wenige Meilen von der Küste, das Thermometer bei überaus trockener Luft längere Zeit hindurch täglich auf 35° R. gestiegen sei¹¹⁾.

Wiewohl das Tafelland der Kalahari¹²⁾ in einem durchschnittlichen Niveau von etwa 4000 Fuss liegt, ist die Temperatur daselbst doch ohne Zweifel höher, als an der Küste. Doch hat man darüber bis jetzt nur vereinzelte Angaben¹³⁾, wonach die hauptsächlichste Verschiedenheit darin besteht, dass im Frühling und Sommer die Hitze sehr gross ist, im Winter hingegen das Thermometer häufig unter den Gefrierpunkt herabsinkt. In den südlichen Gegenden der Kalahari (29° S. B.) beobachtete Burchell während des Sommers eine durchschnittliche Tageswärme von 25° R., mit einer Variation von 9° bis 28° ; im Winter fand er zu Litakun (27° S. B.) zwar die Temperatur nur auf den Mittelwerth von 17° R. gesunken, aber die Variation ergab grössere Unterschiede zwischen der Nacht- und Tageswärme. Mehrmals zeigte sich auf seiner Reise in diesen

Gegenden Eisbildung oder Reif, und einmal schneite es sogar einen ganzen Tag lang. Noch im Oktober, also in der Mitte des Frühlings, ereignete es sich einmal, dass das Thermometer früh Morgens — 3^o,5 R. unter dem Gefrierpunkt stand, aber an dem Nachmittage auf 22^o Wärme stieg. Vergleicht man Burchell's Messungen, die in die Jahre 1811 und 1812 fallen, mit den Angaben der neueren Zeit, so findet sich keine solche Verschiedenheit, dass man annehmen müsste, die fortschreitende Ausrottung der Wälder habe seitdem einen nachweisbaren Einfluss auf die Wärme der Kalahari geäussert.

Vegetationsformen. So gross auch die Aehnlichkeit der Temperaturverhältnisse ist, welche die beiden Wendekreiswüsten Afrikas verbindet, und so sehr diese Uebereinstimmung der physischen Lebensbedingungen durch die Dürre des Bodens und durch die sandige oder steinige Beschaffenheit der Erdkrume gesteigert wird, so erinnert die Vegetation der Kalahari doch nur selten an die Oede der Sahara. Ein grosser Theil des Tafellandes ist mit Holzgewächsen bedeckt, in gewissen Gegenden kommen Savanen vor, deren Graswuchs denen Nubiens nicht nachsteht, und wo der nackte Wüstenboden jedes organischen Bildungstriebes beraubt scheint, harren nur die überall verborgenen Keime des befruchtenden Regens, um sich zu entwickeln. Die einzige Landschaft, die wahrscheinlich nirgends zum Weidegrunde sich eignet, ist die Küstenregion, die bald aus lockeren Sanddünen gebildet, bald nackt von anstehendem Felsgestein, das Bild der Sahara wiederholt und nur eine äusserst dürftige Vegetation, hier und da ein wenig verkümmertes, niedriges Gebüsch von graugrüner Färbung oder ärmliche Grashalme erzeugt¹⁴⁾. Und doch hat gerade dieser regenlose Landstreifen in der Welwitschia die merkwürdigste Pflanzenform des ganzen Gebiets geliefert, die, durch eine meisterhafte Monographie erläutert¹⁵⁾, uns nun als eins der höchsten Kunstwerke erscheint, welches die organische Natur unter den ungünstigsten Bedingungen und mit den einfachsten Werkzeugen geschaffen hat.

Doch haben wir hier nur die klimatische Seite dieser Organisation zu besprechen, und hiefür ist es sogleich charakteristisch, dass das Gewächs, welches von den Eingebornen am Kap Negro Tumbo genannt wird, von Welwitsch gerade hier in Süd-Benguela (16^o S. B.)

entdeckt ward, wo die Regenlosigkeit der Küste beginnt. Eine völlig dürre Ebene, 6 g. Meilen landeinwärts von der Hafenstadt Mossamedes (15^o), trug ausser der Welwitschia nur wenig Gras und keine andere Vegetation. Der zweite bekannte Standort liegt im Damara-Lande, wo Andersson und Baines die Welwitschia in der Nähe der Walfischbai und weiter südwärts (23—25^o S. B.) beobachteten. Neben der Walfischbai mündet der periodisch fliessende Swakop-Fluss, an dessen Ufern das Gewächs üppiger gedeiht. Regen, berichtet Andersson, fällt auf dasselbe selten oder niemals herab. Es wird daher dessen mächtige, grösstentheils unterirdische Holzmasse durch das Grundwasser des Flusses, sowie durch die reichlichen Thau Niederschläge ernährt, welche der Küste des Damara-Landes eigen sind und, jede Nacht den Boden befeuchtend, nur durch die Winternebel unterbrochen werden, die ebenfalls die Pflanze feucht erhalten. Berücksichtigt man zugleich die tropische Gleichmässigkeit der Temperatur dieser Wüstenküste, so bestehen die äusseren Lebensbedingungen der Welwitschia darin, dass sie ununterbrochen vegetiren kann. ohne durch irgend einen erheblichen Wechsel der Jahreszeiten, weder durch Kälte noch Trockenheit zu periodischem Stillstand ihrer Bildungsprocesse genöthigt zu sein.

Als Pflanzenform schliesst sich die Welwitschia, die zu der Familie der Gnetaceen gehört und also systematisch der in der Sahara einheimischen Gattung Ephedra zunächst verwandt ist, durch ihre vegetativen Organe an die Zwergpalme, indem ihre Holzmasse keilförmig in den Erdboden eingesenkt ist und, wie eine flache Tafel oder Tischplatte, nur wenige Zoll hoch aus dem Boden hervorragt. Aber im Alter übertrifft sie, da ihr transversales Wachsthum nicht, wie bei den monokotyledonischen Holzgewächsen, beschränkt ist, die Zwergpalmen bedeutend durch die horizontale Entwicklung ihrer Holzmasse, deren Umfang zuweilen 12 bis 14 Fuss erreicht. Das Merkwürdigste in der äusseren Organisation der Welwitschia aber besteht darin, dass sie während einer, wie behauptet wird, hundertjährigen Dauer ihres Lebens und stetigen Wachsthums überhaupt ausser den Fruchtzapfen nur zwei schilffähnliche, schlaff niedergestreckte, aber unvergängliche Blätter erzeugt, die aus den eingefurchten Seiten des Holzkörpers entspringen. Dies sind die

Samenblätter selbst, durch deren ungestörte Thätigkeit die Ernährung des ganzen Organismus beschafft werden muss, die bei allen übrigen Pflanzen an die unaufhörliche Erneuerung des Laubes geknüpft ist. Wie diese beiden Blätter schon bei der Keimung des Samens anfangen auszuwachsen, so verhält sich auch nach der Gewebbildung des Holzkörpers die Welwitschia wie ein Gewächs, das auf den einfachen Entwicklungsnormen einer eben erst keimenden Pflanze während ihres ganzen Lebens stehen bleibt. Denn die überaus grosse Festigkeit ihres Stammkegels beruht nicht, wie es sonst an Organen geschieht, die für eine lange Fortdauer angelegt sind, auf dem Wachsthum des Holzgewebes, sondern auf der zunehmenden Kohäsion des in den jugendlichen Pflanzen vorwaltenden Parenchyms, die durch Massen von eingelagerten Kalksalzen gesteigert wird.

Alle diese Eigenthümlichkeiten der Organisation sind nun nach den klimatischen Bedingungen zu beurtheilen, unter denen die Welwitschia lebt. Fragt man, warum die Blätter eines Baums sich erneuern, so liegt bei periodischem Laubabfall die Ursache augenscheinlich darin, dass die Kälte oder Dürre während des Winterschlafs von diesen zarteren Organen nicht ertragen wird. Aber auch bei den immergrünen Gewächsen scheinen die Blätter im Winter zu leiden oder überhaupt zum Stillstand der Funktionen nicht geeignet zu sein, da sie diesen doch nur eine gewisse Zeit überdauern und früher oder später zu Grunde gehen. Bei der Welwitschia hingegen, die in einem Klima lebt, wo keine Hemmungsperiode der Vegetation vorhanden ist, beharren die Samenblätter, die ersten Lauborgane der Pflanze und zugleich die letzten, während eines unbestimmt langen Zeitraums in ihrer Thätigkeit, und sie bewahren ihre Lebenskraft, obgleich sie durch Sturm und Zufälle gewöhnlich der Länge nach in Segmente zerschlitzt oder unregelmässig in Fetzen zerrissen sind und ein trockenes, wie abgestorbenes Ansehen haben. Sind doch diese unschönen Gebilde die einzigen Organe, auf denen die Fortdauer des Wachstums, der Ernährung und der Erneuerung der zur Fortpflanzung bestimmten Knospen beruht. Wir finden ferner, dass bei den dikotyledonischen Holzgewächsen mit dem Alter des Stamms auch die Anzahl der Blätter sich vergrößert, weil mit der wachsenden Masse der Gewebe und ihrer Bildungscentren auch das Bedürfniss an Nahrungsstoffen zunimmt, die in den Lauborganen bereitet

werden. Allein derselbe Zweck kann durch vermehrte Grösse, wie durch Vervielfältigung der Blattflächen erreicht werden, wie man schon an der geringen Zahl gleichzeitig wirksamer Blätter bei grossblättrigen Monokotyledonen, bei den Palmen und beim Pisang, erkennt. Dieses Verhältniss nun erfährt in der Welwitschia die höchste Steigerung, die denkbar ist, indem die Zahl der Blätter auf zwei sich beschränkt und diese gewöhnlich 6 Fuss, in einzelnen Fällen sogar zuletzt 12 bis 18 Fuss lang werden. Diese beiden Organe stehen also in einem angemessenen Verhältniss zu der langsam sich tafelförmig ausbreitenden Holzmasse, sie wachsen wahrscheinlich während der ganzen Lebensdauer des Gewächses an ihrem Grunde fort, und vertreten auf diese Weise eine ganze Laubkrone oder die stetig erneuerte Blattrosette der Zwergpalmen. Was endlich die Eigenthümlichkeit des anatomischen Baus betrifft, wodurch die Welwitschia von allen bekannten Holzgewächsen und namentlich auch von den ähnlichen Cycadeen so auffallend abweicht, so ist zu erinnern, dass ein Holzstamm ganz verschiedenen Zwecken dienen kann. Erhebt er sich zu einer dikotyledonischen Baumgestalt, so ist seine nächste Aufgabe, das Laubdach und eine Krone von Aesten zu tragen, und je mehr das Gewicht dieser Last mit dem Alter zunimmt, desto dicker und stärker wird die Säule, welche sie zu stützen bestimmt ist. Aber zugleich ist der Baumstamm auch Nahrungsspeicher für die überwinternden Knospen, die sich aus dem Wintervorrath des Stärkemehls in neue Zweige und Blätter verwandeln sollen. Für den ersten Zweck dienen die festen, vertikal gestellten Holzzellen, für den letzteren ist jedes Parenchym genügend. In dem regenlosen Klima der Kalahariküste wachsen keine Bäume, aber für ein Gewächs, welches, wie ein Baum, ein Jahrhundert lang bestehen soll, muss im Laufe der Zeit eine beträchtliche Menge von Nahrungsstoffen allmählig abgelagert werden, schon um die wiederkehrende Produktion der Blütenknospen zu unterstützen. Das ältere Gewebe der Welwitschia eignet sich nicht mehr zur Aufnahme der in den Blättern gebildeten Stoffe. Denn es musste fest werden, wie das härteste Holz, um in den steinigen Boden, auf dem die Pflanze lebt, mit hinlänglicher Kraft die Wurzel einzutreiben. Ein stetiges Fortwachsen des Holzstamms im äusseren Umfange ist also erforderlich, um jüngere Gewebe zu schaffen, die nicht bloss als Skelet,

sondern als organisches Verbindungsglied zwischen den beiden Blättern und den Blüten- und Wurzelknospen dienen sollen. Je grösser und älter das Gewächs wird, desto tiefer wächst es auch in den Boden und nähert sich dem unterirdischen Wasserzfluss in demselben Verhältniss, als die zunehmende Grösse mehr Feuchtigkeit in Anspruch nimmt, bis endlich die Blätter in ihrer ungeschützten Lage zu Grunde gehen und damit das Ziel des Lebens erreicht ist. So kann die Welwitschia unter diesem wolkenlosen, gleichmässig warmen Tropenhimmel, durch nächtlichen Thau befeuchtet, zwar unendlich langsam, aber stetig fortwachsen und ein ganzes Jahrhundert lang ausdauern.

Sobald man von der wüsten Küste des Damaralandes aus die Terrasse des Tafellandes hinansteigt, ändert sich die Physiognomie des Bodens, ohne jedoch einladender zu werden. Es ist die Form der Dornsträucher, fast nur durch Arten von *Acacia* vertreten, die in ihrem geselligen Wachsthum den Charakter der Landschaft bezeichnen¹⁷⁾. Nirgends wohl ist die Dornbildung allgemeiner, nirgends innerhalb eines engen Kreises von Bildungen so mannigfaltig, wie hier. Als ein besonderes Hinderniss freier Bewegung in diesen Gegenden besprechen alle Reisenden die Dorngebütsche der Kalahari, und Burchell giebt, als er kaum den Gariep überschritten hatte, bereits eine anschauliche Schilderung, wie es unmöglich sei, bei zufälliger Berührung sich von dem Haakedorn (*Acacia detinens*) loszureissen, ohne die Kleider im Stich zu lassen¹⁸⁾. Es ist dies ein Strauch von 4 bis 5 Fuss Höhe, den die Kolonisten auch unter dem Namen »Wart ein Weilchen« kennen¹⁹⁾, und dessen ganz kurze, aber nach zwei Richtungen aus einander tretende Dornen wie Widerhaken wirken. Kein Gewächs ist in dem ganzen Umfang der Kalahari häufiger als dieses. Als Burchell, so berichtet er, dasselbe untersuchen wollte, wurde er von den Hottentotten gewarnt und näherte sich dem Strauche mit grösster Vorsicht. Doch konnte er nicht vermeiden, dass ein kleiner Zweig den Rockärmel erfasste, und, indem er sich mit der anderen Hand in aller Gemächlichkeit befreien wollte, wurde auch dieser Arm festgehalten, und so fand er sich zuletzt, je mehr er sich bewegte, so vollständig gefangen, wie die Fliege im Netz einer Spinne verwickelt wird, so dass erst fremde Hilfe ihn mit Mühe losmachen konnte. Andere *Acacien* haben noch

viel kräftigere, bald gerade, scharf stechende, bald gekrümmte und Widerstand leistende Dornen, nicht selten beide gemischt an demselben Zweige, und auch die Bäume der Kalahari sind meist mit solchen Gebilden ausgestattet. Baines¹⁹⁾ beschreibt eine Art mit zweifachen Dornen, die so angeordnet sind, dass, wenn man von den hakenförmig gebogenen sich losreissen will, andere berührt werden müssen, die gerade und paarweise gestellt, dabei gegen zwei Zoll lang und spitz sind, wie die feinste Nadel, so dass sie erheblich verletzen können. Linné nannte die Dornen die Waffen der Pflanze, und wo sie, wie hier, gebildet sind, müssen sie in der That dazu beitragen, die weidenden Thiere abzuhalten und dadurch den Organismus gegen Angriffe von aussen zu schützen. Es ist gerade eine Eigenthümlichkeit mancher und eben der grösseren afrikanischen Säugethiere, dass sie weniger von Gräsern, als von dem Laub der Holzgewächse sich ernähren. Das Nashorn lebte einst häufig auf den oberen Karroefeldern des Kaplandes, wo kein Gras zu finden ist und nur niedriges Gesträuch den Boden bedeckt, und die Giraffe ist schon durch ihren Bau auf höhere Pflanzenformen angewiesen. Aber wenn, wie dies in einem früheren Abschnitt gezeigt wurde, die geographische Verbreitung der dornigen Pflanzen zu der Trockenheit des Klimas in Beziehung steht, so dürfen wir nicht fragen, ob diese oder Linné's Auffassung von der Bedeutung solcher Organe die richtigere sei. Vielmehr liegt es in dem Walten der Natur tief begründet, dass sie mit denselben Hilfsmitteln die verschiedensten Lebenszwecke zugleich erfüllt und wo möglich durch geringfügige Aenderungen der Entwicklung eines Organs bald der einen, bald der anderen Aufgabe mehr zu entsprechen scheint, je nachdem diese oder jene in höherem Grade gefordert ist.

Durch ansehnlicheren Wuchs und abgesonderten Stamm gehen die Dornsträucher der Kalahari in Baumformen über, unter denen die Acacien ebenfalls wiederum die erste Stelle einnehmen. Burchell hat fünf Arten von diesen Bäumen beschrieben, darunter die Giraffen-Acacie (*A. Giraffae*), deren Name sich darauf bezieht, dass dieses grosses Säugethier von ihrem Laube vorzugsweise sich ernährt. Diese Acacien sind 20 bis 40 Fuss hohe Bäume; sie gedeihen auf dem dürrsten Boden: nur eine Art (*A. horrida*) macht davon eine Ausnahme, und dies ist die einzige,

die auch im Süden des Gariep, in den feuchteren Flussthalern der östlichen Kapkolonie, allgemein verbreitet ist. Sie tragen sämmtlich Dornen, die bei der letztgenannten Art 2 bis 3 Zoll lang sind: mit der Ausbildung der stechenden Organe und mit der Trockenheit des Erdreichs steht es in Verhältniss, dass die Gliederungen des Laubs beschränkt und die Blattflächen klein bleiben. Obgleich nun die Wälder der Kalahari in fortschreitender Abnahme begriffen sein sollen, so muss man doch fragen, wie es möglich ist, dass ein so zartes und empfindliches Gebilde, wie das Acacienblatt, in einem so trockenen Klima überhaupt bestehen, ja sogar die langen Zeiträume der Regenlosigkeit hindurch sich erhalten kann. Denn weder die Gesträuche noch die Bäume sind mit wenigen Ausnahmen in irgend einer Jahreszeit völlig laublos²⁰⁾. Von grossem Einfluss ist gewiss die geringe Zahl und Grösse der Blätter, die daher nur wenig Wasser bedürfen, und damit stimmt das langsame Wachstum überein, worauf nach der Härte und Schwere des Holzes bei der Giraffen-Acacie²¹⁾ und anderen Bäumen zu schliessen ist. Im Damara-Lande, wo die Baumgruppen häufiger sind, als im Osten, ist doch kaum irgendwo ein schattiger Platz²²⁾ zu finden. So wenig leisten die Laubkronen der Acacien, die Sonnenstrahlen zurückzuhalten, die zwischen ihren feinen Blättchen und Aesten den Erdboden fast ungehindert erreichen können. Bei trockener Luft sollen sich die Blätter der Acacien in der Mittagshitze schliessen²³⁾, wie des Nachts, aber sie verschrumpfen nicht und müssen also eine Kraft besitzen, die ungeachtet ihrer Zartheit den Saftverlust durch Verdunstung verhindert. Und diese Kraft muss bei verschiedenen Arten ungleich sein, weil eine derselben sich nur da findet, wo das Grundwasser von den Wurzeln erreicht werden kann, was bei den übrigen nicht der Fall ist, denen daher nur in langen Zwischenräumen die Feuchtigkeit erneuert wird. Gewöhnlich erkennt man die Fähigkeit der Pflanzen, den Saft zurückzuhalten, an der Beschaffenheit der Oberhaut. Aber nothwendig ist dieses nicht, da auch die Bewegungen von Flüssigkeiten im Innern der Gewächse oft an bestimmte und zarte Gewebe gebunden sind, ohne in die benachbarten überzugehen. So ist auch das Ausströmen des Wasserdampfs aus den Blättern nicht bloss als ein physischer Process, wie die Verdunstung freier Wasserflächen, aufzufassen, sondern auch hier darf man die Mit-

wirkung der Membranen nicht bezweifeln. Die Verschiedenheiten der Membranen sind nicht immer sinnlich wahrnehmbar, oder die Zurückhaltung des Safts mag auch in solchen Fällen von der Mischung des Safts selbst abhängig sein. Haben wir doch ein ähnliches Beispiel an den Halophyten, wo der Salzgehalt die Verdunstung des Safts beschränkt. Aehnliche Wirkungen wird das Gummi der Acacien haben, ohne dass darum, wie dort, das Gewebe succulent zu werden brauchte.

Bei den wenigen übrigen Baumformen der Kalahari findet sich dagegen meist die verdickte Oberhaut des immergrünen Laubes wieder, die in trockenen Klimaten so gewöhnlich ist. Durch einzelne Arten, aber in weiter Verbreitung, wird hier vom Kaplande aus die Oliven- und die Lorbeerform²⁴⁾ vertreten. Eigenthümlicher aber ist der Mopane-Baum, eine Bauhinia, deren dunkelgrünes Zwillingblatt die Ränder nach aufwärts gegen die Sonne wendet²⁵⁾, wodurch sie an die schattenlosen Wälder Australiens erinnert. Diese so einfache und im Wachsthum so leicht zu bewirkende Wendung der gegen die Hitze empfindlichsten Organe ist augenscheinlich das ausreichende Mittel, die Sonnengluth von dem Baume abzuhalten und dadurch die Verdunstung zu mässigen, indem den versengenden Strahlen eine möglichst kleine Oberfläche dargeboten wird. Und gerade ein solcher Wald, so licht und heiss er sein mochte, wurde von Andersson²⁶⁾ als ein unverhoffter Ort der Erfrischung unter den Mühsalen des Wegs mit Entzücken begrüsst, weil er hier zum ersten Male in diesem traurigen Lande schön belaubte Baumkronen und schlanke Stämme ohne Dornen erblickte. Selbst der gleichgültige Gesichtsausdruck seiner eingebornen Begleiter schien hier den gewohnten Stumpfsinn zu verlieren und Freude an der Natur zu verathen. Die Dornen, die das Damara-Land verunzieren und dem Reisenden die grösste Beschwerde verursachen, sind eben ein Zeichen gehemmter Blattbildung, und das schön geformte Bauhinienlaub bedarf dieses Schutzmittels gegen die Sonnenstrahlen nicht, weil ihm ein anderes, nicht minder wirksames zu Theil ward.

In der offenen Wüste verschwinden die Holzgewächse, aber, wiewohl hier das Grundwasser nur an weit entlegenen Punkten zu erreichen ist, fehlt es doch an Futter für weidende Thiere keineswegs. Die Menge von Gras, sagt Livingstone²⁷⁾, ist überraschend, und indem es nach der Weise der Steppengräser in einzelnen Büscheln

wächst, bleiben die Zwischenräume doch nicht immer nackt, sondern werden von rankenden Cucurbitaceen überwuchert, deren saftreiche Früchte und Knollen den Thieren die Feuchtigkeit spenden, die ihnen der Erdboden verweigert. In nassen Jahreszeiten sind »unabsehbare Landstrecken« mit der südafrikanischen Wassermelone (*Citrullus caffer*²⁸) auf das dichteste überkleidet, und, von diesen Vorräthen zu zehren, sammeln sich dann alle Thierformen in der Wüste und die Betschuanas folgen ihnen mit ihren Heerden. Aber auch in der langen Zeit, in welcher der Boden völlig dürr und wüst erscheint, verbirgt er noch Nahrungsstoffe und organisches Leben. Die Kalahari besitzt »mehrere Asclepiadeen mit grossen essbaren Knollen«²⁹), die wegen ihres saftreichen Gewebes den Eingebornen dienen, ihren Durst zu stillen. Selbst essbare Beeren³⁰) bringt die Wüste hervor. Fragt man nun, woher das Wasser kommt, welches sich in den Organen solcher Gewächse ansammelt, so sucht Livingstone³¹) den verhältnissmässig so reichen Pflanzenwuchs der Wüste aus der muldenförmigen Gestalt der inneren Hochflächen zu erklären, welche den unterirdischen Lauf der von der östlichen Terrasse stammenden Quellen der Oberfläche hier mehr als anderswo annähert. Aber Grundwasser, welches die Eingebornen nicht erreichen und benutzen können, ist auch den Wurzeln kleiner Gewächse unzugänglich. Die Thaubildungen sind daher wohl die einzige Feuchtigkeitsquelle, die den Pflanzen in der Zeit der Dürre zu Theil wird, und die sie, gleichwie die Mollusken den geringfügigen Kalkgehalt des Meers in ihren Schalen ansammeln, stetig durch ihre Wurzeln in das Gewebe einsaugen und nun als eine Gabe der Natur darbieten.

Die übrigen Pflanzenformen sind entweder dieselben, die man auch in anderen Steppen und Wüsten wiederfindet, oder sie weisen auf die enge klimatische Verwandtschaft hin, die zwischen der Kalahari und Sudan besteht. In die erste Klasse gehören die Succulenten [*Euphorbia*³²), *Mesembryanthemum*³³), die Zwiebelgewächse, die nach den Sommergewittern rasch ihre Blumen entfalten³⁴) (z. B. *Amaryllis*), unter den Sträuchern die Formen des Spartium (z. B. *Lebeckia*), des Oleander (durch die Rubiacee *Vangueria*) und der Myrte (durch die Ebenacee *Euclea*), endlich die besonders häufigen Gebüsche mit haarbekleideten Blättern in der Grasebene [*Tarchonanthus*³⁵)].

Wo aber an den Ostgrenzen der Kalahari die Brunnen und Quellen häufiger werden, wo die Flüsse sich längere Zeit periodisch mit Wasser füllen und also das Grundwasser wirklich der Oberfläche des Bodens näher steht, da begegnet man Savanen, die von denen Sudans in nichts unterschieden sind³⁶⁾. Hier erreicht der dicke Graswuchs im Sommer eine Höhe, dass die Rinderheerden nur wenig daraus hervorragen, hier stimmt die Beschreibung Burchell's von ihrer Physiognomie in dem Gewande der trockenen Jahreszeit so genau mit der der Reisenden in Nubien überein, dass er dasselbe Bild wie diese gebraucht, die Savane mit einem reifenden Kornfelde zu vergleichen. Und wenn gesagt wird, dass in neuerer Zeit die Wüste in östlicher Richtung vorschreite, so ist der Sinn solcher Aeusserungen, dass in langen Perioden der Dürre diese tüppige Gramineenvegetation dem ärmlichen Graswuchse mehr und mehr den Platz einräumen müsse. Vergleicht man aber das Klima der Kalahari und Sudans, so liegt eben der einzige für die Vegetation erhebliche Unterschied darin, dass die Regenzeit hier anhaltender und ergiebiger ist als dort, und mit dem Steigen und Sinken der davon bedingten Wasserflächen müssen also auch die Pflanzenformen beider Gebiete sich mischen oder absondern.

Vegetationsformationen. Die einförmige plastische Gestaltung Südafrikas hat zur Folge, dass die Vegetationsformationen der Kalahari selten unter einander vermischt, vielmehr über grosse Landschaften gleichförmig ausgebreitet sind. Die Wälder herrschen im nördlichen, an Sudan grenzenden Theile des Gebiets; an sie schliessen sich südwärts im Westen die Dorngebütsche des Damara-Landes, in der Mitte des Kontinents die offenen Gegenden der Wüste, die dann wenig verändert auch längs der Grenze des Kaplandes und durch Gross-Namaqua in die unbewohnbare Küstenregion sich fortsetzen, während sie im Osten in die feuchteren Savanen der beiden nach den Zuflüssen des Gariep benannten Republiken übergehen.

Die Acacien-Wälder des Nordens, die doch nur selten mit reicher belaubten Baumformen abwechseln, werden zwar meist als unwegsam geschildert, aber da es mehrfach gelungen ist, sie auf nie früher befahrenen Wegen mit den im Kaplande gebräuchlichen Ochsenwagen zu durchreisen und die Negerländer zu erreichen, ohne durch Flüsse oder offene Landstrecken begünstigt zu sein, so kann

man sich das Wachstum doch nicht so dicht, die Bäume nicht so gedrängt vorstellen, wie in minder trockenen Tropenländern. Auf den Entdeckungsreisen in den Negergebieten Sudans konnte man sich, fast immer zu Fusse reisend, nur schrittweise bewegen. Wie der Wald hier dagegen sowohl des hohen Wuchses als der Mannigfaltigkeit in den Bestandtheilen entbehrt, so scheinen auch die Bäume häufig durch Gebüsch ersetzt zu werden. Andersson³⁷⁾ sagt zwar einmal, dass er über 20 g. Meilen weit seinen Weg durch den Wald mit der Axt zu bahnen genöthigt gewesen sei, aber er fügt hinzu, es wären nicht bloss Gebüsch, sondern auch Bäume von mehreren Zollen, ja bis zu zwei Fuss Durchmesser hinwegzuräumen gewesen. Dennoch scheinen ihm die Dornen lästiger als die Bäume: denn als höchsten Beweis für die Unwegsamkeit dieser Gegend und die Schwierigkeit der Reise giebt er an, dass das Segeltuch, womit sein Wagen überspannt war, in Fetzen zerrissen sei. Oft wird das Fortkommen durch die trockenen Flussbetten erleichtert, die hier Vley's genannt werden, und die zwar mit Bäumen bewachsen sind, aber »nicht so dicht, um dem Fuhrwerk ein Hinderniss zu bieten«³⁸⁾.

Die Hochflächen des Damara-Landes und die Höhenzüge, welche sie von der Küstenregion scheiden, und deren Verzweigungen ostwärts erst gegen die Wüste hin sich verlieren, sind an Bäumen arm, aber wegen der Dorngebüsch, die sie bedecken, nicht minder mühselig zu durchwandern. Dennoch bietet diese Landschaft einen ausgezeichneten Weidegrund³⁷⁾. Denn nicht gleichmässig vertheilt sind die Gesträuche von dornigen Acacien, oft stehen sie nur gruppenweise in einer Savane, deren Gras, auch wenn es in der Dürre gelb geworden ist, noch reichliches Futter gewährt. Bald vereinigen sie sich zu Dickichten, in die man nur mit Mühe eindringen kann³⁹⁾, bald überlassen sie den Gramineen den Boden, und dann liegen die niedrigen Büsch des Haakedorn versteckt und wie abgestorben im Rasen⁴⁰⁾, so dass nur, die Dornen überall dem Wanderer beschwerlich fallen. Auch sind wohl solche offene Grasebenen mit einzelnen Gruppen von Giraffen-Acacien geschmückt. Erst auf den höher gelegenen Flächen wird der Graswuchs dünn³⁸⁾ und auch das Dorngebüsch ärmlich.

Aber im Süden (24^o S. B.) hören die dichten Gebüsch von Dornsträuchern auf⁴¹⁾, und nun folgen bis zum Gariep grosse Sand-

flächen mit Quarzgeröllen, von felsigen Bergen unterbrochen, wo nur wenig und kümmerlicher Baumwuchs möglich ist. Dies ist das Gebiet von Gross-Namaqua, von dem Andersson meint, dass ausserhalb der Sahara wohl kein anderes so grosses, so wüstes und nutzloses Land auf der Erde zu finden sei. Dasselbe scheint also selbst der eigentlichen Wüste Kalahari bei Weitem nachzustehen, worauf auch die geringe Zahl der Bewohner hinweist. Man kennt die Bodenbeschaffenheit von Gross-Namaqua zu wenig, um über die Ursache der traurigen Oede dieses Landes urtheilen zu können, welches doch in seinem Niveau und in seiner Regenlosigkeit der Terrasse von Damara so ähnlich ist. Aber dass die Vertheilung der Formationen und damit der Werth der Landschaften für die Viehzucht auch hier in dem geognostischen Bau der Höhenzüge begründet sei, scheint daraus hervorzugehen, dass das fruchtbarere Damara-Land durch eine mannigfaltigere Bodenmischung bevorzugt ist. An die granitische Hebungslinie, die der Küste parallel verläuft, schliessen sich daselbst Kalk- und Sandstein-Gebilde, aus denen die westöstlichen Bergzüge bestehen³⁷⁾. Die reicheren Erdkrumen, welche dieser Wechsel der Gesteine hervorbringt, werden den Graswuchs und das Vorherrschen von Holzgewächsen begünstigen.

Die eigentliche Wüste Kalahari bildet eine unermessliche, flache Hochebene; wo der Boden zwar, wie in Gross-Namaqua, meist nur aus lockerem Sande besteht²⁷⁾, aber doch die tiefere Lage und die Abwesenheit des anstehenden Gesteins gewisse Vorzüge bietet. So sind hier die Bedingungen für die Formation der Grassteppe gegeben, wie sie bereits oben geschildert wurde. An den Südostgrenzen, in der Gegend von Litakun, wo die Thalmulden periodischer Flüsse auf Trapp- und Schiefergesteinen ruhen, werden die Gesträuche wieder häufiger und der Graswuchs verbessert sich, womit denn der Übergang zu den Savanen in den hohen Quellgebieten der Gariepzuffüsse eingeleitet ist. In diesen Grenzbezirken von drei Floren, der Kalahari, Natal's und des Kaplandes sind die Regenzeiten bereits stetiger und zeigen ihren Einfluss durch einen ungewohnten Reichthum der Vegetation. Zur Zeit von Burchell's Reise⁴²⁾, also vor funfzig bis sechzig Jahren, war die Landschaft von Litakun mit drei Fuss hohem, frischem Grase bedeckt, die Anhöhen mit Gesträuchen bewachsen, die ihn jedoch nicht hinderten, sich mit Leich-

tigkeit zu bewegen. Als im Januar die Sommerregen eintraten, erwachte die Vegetation nicht allmählig, sondern, wie durch einen Zauberstab berührt, verwandelte sich plötzlich die dürre Ebene in einen grünenden Blumengarten, in weniger als zwei Wochen war an die Stelle der Wüste ein liebliches Bild des lebendigen Wachstums getreten, unzählige kleine Blüten bedeckten den Boden und überall begegnete das Auge den dichten Gebüschgruppen des *Tarchonanthus*, die sich zehn bis zwölf Fuss hoch aus der Grasfläche hervorheben. Ist aber mit dem Aufhören der Gewitterschauer, die das harrende Leben befruchteten, die Herrschaft des Todes in der Wüste wieder eingetreten, so bleiben doch einzelne Plätze übrig, wo das zurückgebliebene Grundwasser einen höheren Stand behauptet und dadurch eine eigene Formation von längerer Entwicklungsdauer hervorruft. Schon aus weiten Entfernungen unterscheidet der Eingeborne gewisse Gruppen von Holzgewächsen, die, wie die weissdornige Acacie (*A. horrida*), auch an den Ufern des Gariep wachsen und von Rohrgräsern (*Phragmites*) begleitet werden, er eilt ihnen entgegen, weil sie die Nähe des unterirdischen Wassers verrathen, das in der Wüste so selten aufzufinden ist.

In der öden Küstenregion, wo selbst die *Welwitschia* zu den botanischen Seltenheiten gehört, können die Winternebel den fehlenden Regen nicht ersetzen. Hier haben sich, wie schon bei den Pflanzenformen erwähnt wurde, nur vereinzelt Flüchtlinge von den benachbarten Terrassen aus stellenweise angesiedelt, ein oder zwei Arten von *Acacia*-Sträuchern von zwei Fuss hohem Wuchs¹¹⁾, und wenige Gramineen des dürrsten Sandbodens, denen sich dann wohl einige Strandpflanzen anschliessen werden.

Vegetationscentren. Da die Flora der Kalahari in systematischer Hinsicht noch so wenig bekannt ist, so kann auf die Selbständigkeit ihrer Vegetationscentren nur aus gewissen Pflanzenformen und deren Anordnung zu Formationen geschlossen, ihr geographischer Umfang zum Theil nur nach dem klimatischen Charakter ihres Regenmangels bestimmt werden. Dass hier die Palmen fehlen und mit ihnen viele andere tropische Formen Sudans ausgeschlossen sind, dass die Vegetation in ihrer Armuth den Nachbargebieten bei Weitem nachsteht und nicht bloss die Mannigfaltigkeit, sondern auch die eigenthümlichen Familien und artenreichen Gattungen der Kap-

sträucher aufhören und durch den einförmigen Wuchs dorniger Acacien ersetzt werden, hat uns gezeigt, wie dem Klima auch hier die Pflanzenformen entsprechen. Allein das klimatische Moment ist doch nicht das einzige, die Vegetationscentren der Kalahari in ihrer Absonderung zu erhalten und dadurch wie eine unüberschreitbare Naturschranke auf den abgeschlossenen Charakter der Kapflora bestimmend einzuwirken. Der Uebergang des tropischen Klimas von Natal zu dem der Wüste ist, wie schon bemerkt, von der wechselnden Höhe der Drakenberge abhängig, aber noch viel weniger lässt sich am Gariep eine sichere klimatische Grenze gegen die Kapkolonie nachweisen. Durch die das Kapland mit Sudan vermittelnde Stellung der Kalahari wird man daher auf's Neue angeregt, die Frage zu untersuchen, ob die Auffassung von mehr oder minder scharf gesonderten Vegetationsgebieten überall durchzuführen sei, oder ob mit der Aenderung der klimatischen Werthe die Floren so allmählig in einander übergehen können, dass es blosse Willkür wäre, sie durch bestimmte Linien räumlich zu umgrenzen.

Die Frage ist eine ähnliche, wie bei der Unterscheidung von Pflanzenregionen im Gebirge. Aendert sich die Physiognomie der Natur, wie an der Baumgrenze, plötzlich, so ist über den Umfang der dadurch bestimmten Regionen keine Meinungsverschiedenheit möglich, und es hat ein wissenschaftliches Interesse den Ursachen nachzuforschen, die den Wald auf ein bestimmtes Niveau einschränken. Wie für die Bäume ist zugleich für viele kleinere, von ihrer Beschattung abhängige Gewächse die vertikale Verbreitung bestimmt, aber andere finden innerhalb der einzelnen Regionen ihre klimatische Höhengrenze, und auf diese dasselbe Gewicht legen, hiesse in eine Untersuchung über die Lebensbedingungen einzelner Pflanzen eingehen, die den Ueberblick über die Anordnung im Grossen erschwert, und für die auch die Wissenschaft selten hinlänglich vorbereitet ist. Wie es der Zweck bei der Unterscheidung der Pflanzenregionen ist, Gruppen von Gewächsen, Formationen zusammenzufassen, denen eine eben deshalb leichter zu erkennende Gemeinsamkeit der Wachstumsbedingungen zukommt, so hat die Eintheilung der Erde in Vegetationsgebiete das nämliche Interesse, nur mit dem Unterschiede, dass dabei nicht blos, wie im Gebirge, das Klima, sondern auch die Hilfsmittel und der Wanderung ihre

mechanischen Hindernisse den Verbindungen und Trennungen der Vegetationscentren zu Grunde liegen.

Wird in den Naturschilderungen tropischer Gebirge von allmähigen Uebergängen der Regionen geredet, so ist dadurch nur bestätigt, dass jede Pflanzenart eine bestimmte Temperatursphäre hat, so dass mit der Abnahme der Wärme auch die Vegetation sich nach und nach ändern muss. Wird aber die Höhengrenze einer einzelnen Pflanzenform gemessen, deren Wachstumsbedingungen bekannt sind, so erhält die Untersuchung, ebenso wie bei den Formationen, eine bestimmtere Bedeutung, es ist nachzuforschen, welche Ursache unter den verschiedenen klimatischen Werthen, die auf sie einwirken, ihrer Verbreitung ein Ziel setzt. Willkürlich ist jede Eintheilung der Erde in Florengelände und Regionen, weil die Natur zugleich die eine Reihe von Gewächsen vermischt, während sie die andere sondert, wissenschaftlich aber wird das Bestreben, feste Grenzen aufzusuchen, dadurch, dass es der Forschung Wege zur Lösung bestimmter Probleme bahnt.

Dies sind die Gesichtspunkte, nach denen an der Nordgrenze der Kalahari, je nachdem die Regelmässigkeit der tropischen Sommerregen sich vermindert, nicht ein allmähiger Uebergang der Flora von Sudan in die der Wüste angenommen, sondern aus der Palmengrenze eine scharfe Berührungslinie von zwei selbständigen Vegetationsgebieten abgeleitet wird. Diese Grenze entspricht in klimatischer Hinsicht dem Aufhören tropischer Bewässerung, den Wasserscheiden der Zambesi-Zufüsse und des Cunene, in der physiologischen Bedeutung des Klimas drückt sich darin das grosse Feuchtigkeitsbedürfniss der Palmen aus, dem die Niederschläge der Kalahari nicht genügen. Sehr bezeichnend für den klimatischen Charakter der Palmengrenze im Norden des Damara-Landes ist die Beobachtung der Missionare Hahn und Rath⁴³⁾, dass die am weitesten nach Damara vorgeschobenen Palmen noch keine Stämme haben, also Zwergpalmen sind, während sie in dem benachbarten Ovampo-Lande 60 Fuss hoch werden.

Viel verwickelter ist die Aufgabe, eine natürliche Grenze zwischen der Kalahari und Natal festzuhalten. Zwar scheinen die Palmen der Ostküste die Drakenberge nirgends zu überschreiten und weder in der Transvaalschen Republik noch in der des Orange-Flusses

vorzukommen, aber doch würden sie hier an gewissen Punkten hinlängliche Feuchtigkeit finden. Die Drakenberge bilden, wie alle Gebirgsketten des tropischen Afrikas, nicht einen zusammenhängenden, gleichartigen Kamm, sondern ihre hohen Gipfel sind durch Zwischenräume unterbrochen, die, wie bereits nach Livingstone's Auffassung erläutert wurde, den Passat des indischen Meers ungebrochen in die jenseitigen Hochebenen eintreten lassen, so dass derselbe an günstig gelegenen Orten seinen Wasserdampf entladen kann. Hier giebt es wirkliche Flüsse, die, vom Gebirge gespeist, sich zum Gariep und Limpopo vereinigen. Die ergiebigeren Niederschläge und die fliessenden Gewässer sind die Bedingungen, unter denen die Hochgräser der Savanen und reicher belaubte Baumformen auftreten. Für die Palmen liegt das Land vielleicht zu hoch, oder das Gebirge hemmt ihre Einwanderung. Hat es nun aber den Anschein, als ob die Savanen allmählig in die dürre Wüstensteppe der Kalahari übergingen, so liegt dieser Erscheinung doch nichts weiter zu Grunde, als dass, wie die Formationen zweier Gebiete sich vermischen, so auch die Klimate je nach der Erhebung des Bodens, nach der Lage der Bergseiten, nach der Zugänglichkeit für die östlichen Regenwinde, mannigfaltig in einander greifen. Die allgemeine Ostgrenze der Kalahari kann daher naturgemäss durch die Drakenberge bezeichnet werden, obgleich sich in den Uebergangslandschaften die meisten Formationen Sudans noch einmal örtlich wiederholen, gerade so wie auf den südlichen Bergländern Europas auch die Physiognomie des Nordens wiederkehrt.

Die Südgrenze der Kalahari gegen das Kapland bildet der Stromlauf des Orange-Flusses oder Gariep, und hier hat schon Burchell⁴²⁾, als er in gleichem Abstände von der Ost- und Westküste diesen merkwürdigen Thaleinschnitt überschritt, von dem auffallenden Gegensatze der zu beiden Seiten ausgebreiteten Landschaften genaue Nachrichten gegeben. Harvey⁴⁴⁾ hingegen meint, dass die Kapflora im Norden keine »sehr bestimmte« Grenze habe, und dass der Orange-Fluss nicht als solche gelten könne, weil dessen unterer Stromlauf die Wüstenflora von Namaqua nicht umsäume, sondern mitten hindurch fliesse. Gegen diese Behauptung ist zunächst einzuwenden, dass im Westen, wo der Gariep das kleine südliche von dem grossen nördlichen Namaqualande trennt, allerdings

beide Landschaften klimatisch gesondert sind. Denn nach den Berichten der rheinischen Missionsgesellschaft⁴⁵⁾ fallen in Klein-Namaqua die Niederschläge, wie in der Kapstadt, im Winter, also in der entgegengesetzten Jahreszeit, wie in der Wüste Kalahari, und Gross-Namaqua ist fast ganz regenlos. Im Innern dagegen, auf dem Schauplatz von Burchell's Beobachtungen, ist in der That keine klimatische Verschiedenheit an beiden Seiten des Gariep nachzuweisen. Denn auf der ganzen oberen Karroofläche, zum Beispiel auf dem öden Roggefeld, wo nur selten Quellwasser gefunden wird, beschränken sich die Niederschläge auf vereinzelte Sommergewitter⁴⁶⁾, gerade wie in der Kalahari. Die Gebirge des Kafferlandes verhalten sich in klimatischer Beziehung zu der höchsten Terrasse des Kaplandes ähnlich, wie die Drakenberge zur Kalahari. Auch liegen die Hochebenen zu beiden Seiten des Gariep in demselben Niveau und werden nur durch die flache Thalmulde des Stroms geschieden, den ein schmaler Uferwald von Acacien, Weiden und einigen anderen Bäumen bis zu dessen Mündung⁴⁷⁾ begleitet.

Burchell⁴²⁾ aber sagt nicht bloss im Allgemeinen, dass der Gariep «in vielfacher Beziehung» eine botanische Naturgrenze bilde, sondern es lässt sich aus seinen Darstellungen auch ein bestimmter Unterschied beider Flussseiten sowohl in den Pflanzenformen als in deren Anordnung entnehmen. Das Roggefeld ist bis zum Gariep völlig baumlos⁴⁷⁾, es besitzt keine Gruppen von hohen Acacien und nicht einmal den Graswuchs der Wüste: wiewohl auch hier die spärlichen Gewässer nur periodisch fließen, ist doch die ganze Hochebene mit niedrigem Gestrüpp bewachsen, welches fast ausschliesslich aus holzigen Synanthereen besteht, deren dürre, oft nadelförmige Blätter trotz ihrer Kleinheit doch ausreichen, Heerden von grossen Thieren zu ernähren. Der eisenschüssige Sandstein, der nur eine geringe, rothgefärbte Erdkrume erzeugt, ist gewiss die vorzüglichste Ursache, weshalb weder die Baumgruppen der Kalahari noch ihre Grassteppen und Savanen den Gariep überschreiten, da alle diese Formationen eines tiefen, wenn auch ebenfalls sandigen Bodens bedürfen. Aber der Strom selbst, der in diesen Gegenden etwa die Breite des Rheins hat, und seine Uferwäldungen stehen doch auch der Vermischung der Vegetationscentren beider Gebiete entgegen. Dass indessen solche Hindernisse, wie sie ja sonst auch der Anordnung

und Absonderung von Formationen zu Grunde liegen, nicht für alle Bestandtheile der Flora von gleicher Bedeutung sind, lehrt die Verbreitung des Haakedorns (*Acacia detinens*), der vereinzelt auch auf dem Roggefeld vorkommt, aber freilich erst jenseits des Gariep häufig und zuletzt zu einer herrschenden Charakterpflanze der Vegetation wird.

Hinlängliche Gründe aber scheinen vorhanden zu sein, den Gariep nicht bloss als Formationsgrenze, sondern mit Burchell als natürliche Schranke von zwei Florengebieten zu betrachten. Denn das Roggefeld besitzt in dem Vorwalten der Synanthereen und in ihren einförmigen, schmalen Blattgestalten noch zwei der wesentlichsten Eigenthümlichkeiten der Kapflora. Die Blattnadel ist hier das bei unzähligen Gesträuchorganisationen allgemein angewendete Hilfsmittel, die Verdunstung zu beschränken und sich dadurch dem trockenen Klima der Karroeebenen anzuschmiegen, wogegen der Kalahariflora zu gleichem Zweck die Dornen neben dem ganz verschieden gebauten, wiewohl ebenfalls in seiner Ausbildung gehemmten Mimosenlaube zukommen. Der reiche Graswuchs der Kalahari ist ferner eine dem grössten Theile des Kaplandes nicht minder fremdartige Erscheinung. So zeigt sich in der Kalahari das Gesetz bestätigt, dass, je mehr die Vegetationscentren einander geographisch genähert sind, desto ähnlicher auch die Organisation ihrer Erzeugnisse wird. Denn nur hieraus, nicht aus dem Boden oder Klima ist es zu erklären, dass sowohl durch die Gramineen, wie durch die Acacien die Vegetationscentren der Kalahari weit inniger mit der Flora Sudans verknüpft sind, als die von dem tropischen Afrika durchaus abweichende Vegetation des Kaplandes. Auf der anderen Seite scheint eine ähnliche Verbindung zwischen dieser und der Kalahari in den Zwiebelgewächsen angedeutet zu sein, die Burchell daselbst einen so lebhaften Eindruck zurückliessen.

Unter diesen Zwiebelgewächsen werden namentlich auch Irideen und zwar solche Gattungen von ihm erwähnt, die für die Kapflora charakteristisch sind [*Babiana*, *Gladiolus*⁴⁷]. Aber es wäre unzulässig, solche Beziehungen zu verallgemeinern. Denn die Vegetationscentren des Kaplandes sind unter sich bereits so auffallend verschieden, dass in dieser grösseren Entfernung zwar einzelne Fälle der Verwandtschaft, aber keine durchgreifende Aehnlichkeit der

Organisation erwartet werden kann. Mehrere der grössten und ausgezeichnetsten Familien der Kapflora, die Ericaceen, die Diosmeen, die Proteaceen und die Restiaceen verschwinden schon, wenn man von der Südküste aus am Karroopass die untere Terrasse der höher gelegenen Gegenden betritt⁴⁷⁾. Es ist eine der Paradoxien, welche man zuweilen bei der Vergleichung entlegener Länder bemerkt, dass unter diesen Familien die der Proteaceen noch einmal jenseits der Karroofelder und jenseits der Kalahari auf den Hochebenen der Transvaalschen Republik⁴⁸⁾ in der Nähe der Drakenberge plötzlich auf's Neue wieder auftritt und nun die Gebirge der östlichen Küstenterrasse von Sudan begleitet.

X.

K a p f l o r a.

Klima. In keinem Lande ist es weniger möglich, den Charakter der Flora von den physischen Bedingungen der Vegetation abzuleiten, als in der Kapkolonie; nirgends ist die Bedeutung einer von der Gegenwart unabhängigen, dem Ursprung der organischen Bildungen angehörigen Thätigkeit mehr in die Augen fallend. Boden und Klima halten die Ausbildung der vegetativen Organe zurück; die Landschaft erscheint sogar in noch höherem Grade dürr, ärmlich und unfruchtbar, als nach den meteorologischen Thatsachen zu erwarten wäre, aber die Verschiedenheit der zu so einförmigen und für den Wohlstand unergiebigem Formationen verbundenen Arten ist grösser, als in irgend einem anderen Theile der Erde. Nach ihrer geognostischen Bildung stehen Afrikas südlichste Terrassen, zu den drei Küsten und von den Gebirgszügen zum inneren Hochlande sich abflachend, den tropischen Hebungen des Kontinents gleich, die eine so viel weniger mannigfaltige Vegetation erzeugt haben. Die Granite und Thonschiefer, die silurischen Sandsteine, die sich diesen weithin anlagern, sind oft nur von einer schwachen Erdkrume bedeckt, deren sandige Beschaffenheit einer regelmässigen Bewässerung widerstrebt und unzuträglichen Temperaturschwankungen unterworfen ist. Wie wenig ein so unfruchtbarer Boden indessen an Nahrungstoffen bieten möge, so haben doch, je nachdem er mehr oder weniger Thon enthält, oder andere Bestandtheile wie der Eisenoxyd, der ihn färbt, die Natriumsalze, deren Spuren häufig sind, mit dem Kieselsande sich verbinden, diese scheinbar geringfügigen Verschiedenheiten einen ausserordentlich grossen Einfluss auf die

Vertheilung der einheimischen Gewächse und hindern sie, über grössere Räume sich auszubreiten. Alles ist ärmlich, was ihnen zu Gebote steht, aber die feinen Unterschiede in der Zusammensetzung und Feuchtigkeit der Erdkrume sind von den grössten Wirkungen auf die Vegetation begleitet. Da aber dieselben Gegensätze des felsigen, sandigen und thonigen Erdreichs sich stets wiederholen, so müssen doch noch andere Hindernisse vorhanden sein, um so viele Gewächse auf einzelne Standorte einzuschränken.

Diese allgemeinen Hemmnisse ihrer Wanderung sind theils im Relief, theils im Klima begründet. Durch die Konfiguration der Küste wird südwärts vom Gariep ein in die Breite gezogenes Parallelogramm gebildet, welches sich in der Weise abdacht, dass die inneren Hochflächen von der Niederung am Meere und unter sich durch felsige Gebirge oder jähe Abstürze stufenförmig von einander abgesondert werden. Die oberen Terrassen oder die Karroofelder, die nur durch vereinzelte Thaleinschnitte und schwierige Pässe (die Kloofs) mit der Küste in Verbindung stehen, sind von einer einförmigen Steppenvegetation bekleidet. Hier verlieren sich die meisten charakteristischen Erzeugnisse der Kapflora, bei deren Anblick im Winter und Frühling die südwestliche Küstenlandschaft das Paradies der Blumen genannt worden ist. Das mittlere Niveau¹⁾ dieser unteren Vorlandstufe, welche bei der Kapstadt nur bis zu den Höhen von Stellenbosch und Hottentottsholland reicht und überall von verhältnissmässig geringer Ausdehnung ist, wird auf 500 Fuss geschätzt, die mittlere Terrasse oder die eigentliche Karrooebene auf 2000 Fuss, die höchste, das Roggefeld, auf 3500 Fuss. Auch abgesehen von dem klimatischen Wechsel, den die Unterschiede des Niveaus hervorrufen, bestehen in den die Terrassen einschliessenden Hebungslinien durchgreifende, mechanische Hindernisse, welche der Erweiterung des Wohngebiets der Kappflanzen entgegenwirken. Und da die Steppen der Karroofelder an Flächeninhalt das schmale Litoral der Küstenterrasse bei Weitem übertreffen, so ist der Raum, der den Reichthümern der Kapflora übrig bleibt, von einem so kleinen Umfange, dass man über die Ausbeute an endemischen und lokalen Arten erstaunen muss, welche an einzelnen Standorten, namentlich an den Bergen in der Nähe der Kapstadt, sich ergeben hat. Aus den Verzeichnissen der Drège'schen Sammlungen¹⁾ kann man ersehen,

wie ungleich die Pflanzen über die Ebenen und Gebirge vertheilt sind. Am grössten ist die Mannigfaltigkeit auf den Bergen der Westküste: sie vermehrt sich, wo der Boden geneigt ist, weil schon ein leiser Wechsel in der Bewässerung und im Klima den Kampf der Arten um den Boden entscheidet. Auf einem einzigen Berge, am Dutoitskloof bei Paarl fand Drège während des Frühlings gegen 760 Gefässpflanzen in Blüthe, die so angeordnet waren, dass mit je 1000 Fuss Niveauunterschied der Bestand der Vegetation sich vollständig geändert zeigte. Beinahe die Hälfte dieser Gewächse waren Sträucher: denn dies ist die Gegend, wo die eigenthümlichsten Gruppen aus dieser Reihe von Vegetationsformen am reichsten vertreten sind, die Ericaceen, Proteaceen, Diosmeen, Bruniaceen, Thymelaeen, Santaleen, Penaeaceen, sowie einige grosse Gattungen aus andern Familien (*Cliffortia*, *Aspalathus*, *Pelargonium*).

Für einen so beispielloos mächtigen Einfluss des Niveaus ist doch nur die Abnahme der Wärme als vorzugsweise massgebend zu betrachten, für die Mischung der Arten auf gleichen Höhen das Erdreich und seine Bewässerung. Die Gewächse sind so gleichartig in ihren Widerstandskräften, dass keines das andere von seinem Standorte zu verdrängen vermag und daher nur selten eine gesellige Vielfältigung der Individuen möglich wird. Aber dabei ist nicht einzusehen, warum gerade hier die Vegetation in so viel höherem Masse, als auf irgend einem andern Gebirge der Erde, durch das Niveau geschieden wird: dies ist eben eine Eigenheit der hier geschaffenen Pflanzen, eine nicht näher zu ergründende Thatsache der Vergangenheit, womit in der Gegenwart nichts erklärt wird.

Das Seeklima der Kapstadt ist mit einer solchen Wärme verbunden, dass daselbst der edelste Wein erzeugt wird; die Jahrestemperatur beträgt 13°, die des Sommers 16°, des Winters 10° R. ³⁾ Die Temperaturkurve stimmt mit der von Lissabon nahe überein, die Absonderung der Hochflächen vom wärmeren Küstenlande kann mit den Stufenlandschaften Spaniens verglichen werden, aber nirgends fehlt es den Maquis der Mediterranflora an geselligen Sträuchern, wie hier, nirgends ist bei gleichem Flächengehalt selbst in diesem reichsten Gebiete Südeuropas der Umfang der Familien und Gattungen der Mannigfaltigkeit der Kapflora auch nur angenähert. Die Eriken Portugals, ein so entschiedenes Zeugniß von der klimatischen

Verwandtschaft beider Floren, sind um das Fünfundzwanzigfache geringer an Zahl, als am Kap, und ähnlich ist das Verhältniss der ganzen Vegetation an einzelnen Standorten.

Das wichtigste Moment für die ungleichmässige Vertheilung der Kappflanzen liegt indessen nicht in der Temperatur, sondern in der Bewässerung, worin, im Ganzen betrachtet, dieser äusserste Winkel Afrikas dem südlichen Europa so sehr nachsteht, dass das Land für den Ackerbau wenig geeignet und fast nur auf die Viehzucht angewiesen ist. Die zahlreichen Küstenflüsse, die es durchschneiden, sind von geringer Bedeutung und ändern in ungewöhnlichem Grade ihren Wasserstand. Der Gariep soll in den tiefen Thalspalten, die er ausgefurcht, zuweilen plötzlich 40 Fuss hoch anschwellen⁴⁾, zu andern Zeiten ist er wasserarm und versiegt beinahe im Sande seiner Mündung⁵⁾. Auf den Karroofeldern findet man die Flussbetten oft völlig ausgetrocknet, wiewohl die Gewässer doch nicht bloss vom Regen, sondern auch von den gelegentlich eintretenden Schneefällen der höheren Gebirge gespeist werden. Die Seewinde entladen ihre Feuchtigkeit an allen Küsten, und doch beträgt in einer der feuchtesten Landschaften, in der Umgegend der Kapstadt, der Regenfall nur 23 Zoll³⁾. Im Inneren vermindert sich derselbe zu Graaf-Reynett, im östlichen Theile der Karrooebene, auf 13 Zoll⁴⁾. Da die Kolonie kaum über den 34. Parallelkreis nach Süden reicht, so steht sie durchaus unter der Herrschaft des Sommerpassats, wie Südeuropa, aber sie entbehrt einer gleichmässigen und zureichenden Befeuchtung, weil die Niederschläge auf die den Seewinden ausgesetzten Terrassenabhänge und Randgebirge grösstentheils beschränkt bleiben. Wasserreiche Bergschluchten und stark befeuchtete Gebirgskämme bieten keinen Ersatz für die allgemeine Dürre der Hochebenen, denen sie den Wasserdampf entzogen haben. Wir finden daher eine stufenweise fortschreitende Abnahme des Regens von den Küsten bis zu den Karroofeldern, bis zuletzt die vom Gariep durchströmte Hochfläche an der Kap-Seite ebenso wüst wird, wie die Kalahari. Da die höchsten Erhebungen der Kolonie im Osten liegen, so geht der Wasserdampf des Passatwindes an der Abdachung von Kaffriarien verloren, die, dem indischen Meere gegenüber liegend, hiedurch stärker befeuchtet wird. Nur an der Westküste fällt die Regenzeit in den Winter, wie in Südeuropa, in die Jahreszeit, in

welcher die äquatorialen Luftströmungen vorherrschen. Am längsten bleiben die Hochebenen dürr, denen auch von dieser Seite höhere Gebirgslinien vorliegen. Ihre Niederschläge folgen, wie in Kaffirien, der wärmeren Jahreszeit, aber sie treten weit seltener ein, als dort: an den Küsten sind sie eine Folge der Elevation, im Innern entstehen sie unter denselben Bedingungen, wie in der Kalahari, als ergiebige, aber unregelmässig sich bildende Gewitterschauer.

Die ungleiche Menge der jährlichen Niederschläge und ihre entgegengesetzten Perioden sind nicht die einzigen klimatischen Momente, wodurch die Bewässerung der Kapkolonie mit dem Pflanzenleben in Berührung tritt. Auch der Dampfgehalt der Luft ist für gewisse Vegetationsformen von Bedeutung. Da die vom Meere kommende Feuchtigkeit an den Bergzügen, die das Innere einschliessen, sich verdichtet, so erreicht sie die Karroofelder nur in den oberen Schichten der Atmosphäre oder da, wo durch Thaleinschnitte den Seewinden hier und da ein Zugang übrig bleibt. Auf den Hochebenen ist die Trockenheit der Luft ungemein gross, selbst wenn Gewitterbildungen bevorstehen. Bei einer Messung im Osten der Kolonie⁴⁾, während schon die ersten Tropfen eines heftigen Gusses fielen, betrug der Dampfgehalt im Verhältniss zur Sättigung nur 29 Procent, wenig mehr, als wohl in der Sahara beobachtet worden ist: in der Kapstadt wurde der Durchschnittswerth eines Jahrs zu 72 Procent bestimmt. Diese Unterschiede sind so beträchtlich, dass dieselben Gewächse zugleich im Inneren und an der Küste nicht leicht werden bestehen können: denn irgend eines Schutzes bedarf die Organisation, um bei einer so hohen Trockenheit der Atmosphäre der Verdunstung widerstehen zu können. Unter demselben Einfluss verwandelt sich auch die Erdkrume bei einigem Thongehalt in eine so feste Masse, dass man sie mit der Kohäsion gedörrter Ziegel vergleichen hat⁵⁾. Gegen die mechanische Gewalt, mit der sie sich erhärtend zusammenzieht, sehen wir die unterirdischen Organe nicht selten auf besondere Weise geschützt, die Zwiebeln durch dichte, elastische Hüllen, die Holzigen Stämme durch Festigkeit und Härte des Holzes. Auch ist es einleuchtend, dass durch die Beschaffenheit des Erdreichs die Keimung der ausgestreuten Samen und die Vervielfältigung der Individuen erschwert werden muss.

Aus der Vertheilung der Blüthezeiten über das Jahr kann man am deutlichsten erkennen, wie verschieden die Normen des Entwicklungsganges je nach den Vegetationsformen und den einzelnen Landschaften geordnet sind. Hier konnten die Sammler, so vergänglich auch der Blüthenschmuck an gewissen Standorten vorüber-eilt, von einer Gegend zur andern ziehend, fast das ganze Jahr für ihre Zwecke verwerthen. Und schon dieses Verhältniss allein, wie-wohl doch fast nur durch die ungleiche Bewässerung geregelt, muss der Wanderung der Pflanzen und ihrer Ausbreitung über weitere Räume den grössten Widerstand entgegenstellen.

Eine Vergleichung der Landschaften nach der Zeit ihrer Nieder-schläge und nach den dadurch bestimmten, längern oder kürzern Vegetationsperioden führt zu folgenden Ergebnissen. Die Winter-regen der Kapstadt umfassen die Monate Mai bis September³⁾: in dieser Zeit fallen mehr als zwei Drittel des jährlichen Niederschlags. Die Blüthezeit der meisten Gewächse fällt hier gleichfalls in die Wintermonate [Juni bis August⁵⁾]: zuerst erscheinen im Juni und Juli die Zwiebelgewächse, bald nach dem ersten Regen, wie durch einen Zauber, überall in glänzenden Blumenfarben prangend; dann folgen die Gesträuche, zuletzt die Succulenten. Ganz ohne Blüten sind indessen auch die spätern Jahreszeiten nicht: der Stillstand er-streckt sich nicht auf alle Gewächse, weil in der Nähe der Küste der Boden niemals so vollständig austrocknet, wie auf den Hochebenen. Schon in nächster Berührung sodann mit diesem Wintergarten der Kapflora bietet der frei über der Stadt sich erhebende Tafelberg ein ganz verschiedenes Bild. Der Südostpassat, der für die Westküste ein trockener Wind ist, hüllt ihn während des Sommers zumal in seine berufene Wolkenbank. Auf seinen Höhen gewähren daher die Monate Februar und März eine grosse Auswahl von seltenen Blu-men⁶⁾, von schönen Zwiebelgewächsen, Eriken und Synanthereen, nachdem schon vor dem Schluss des Frühlings (zu Ende November) die Vegetation des Flachlandes verdorrt ist. Auf den Hügeln und Bergketten, welche die westliche Küstenterrasse von den Karroo-ebenen scheiden, verzögert oder verlängert sich die Vegetations-periode: hier tritt die Hauptblüthenzeit im Frühling ein, in den Monaten September und Oktober. Für das Karroofeld selbst ist das Gemeinsame die kurze Dauer der Vegetationszeit, weshalb diese

weiten Ebenen unbewohnt sind und nur einem Sennbetriebe dienen. Für sie ist die austrocknende Sommerhitze das Entscheidende, nicht der Regenmangel, der zu allen Zeiten gross ist und durch die Gewitterbildungen eben des Sommers nicht ausgeglichen wird. Einige Niederschläge im Winter genügen, den Entwicklungstrieb nach langer Ruhe wieder anzufachen, aber kaum einen Monat lang steht die Karroebene in Blüthe und ist schon gegen Ende September aufs Neue völlig verodet⁵⁾. Und auch dieses befeuchtenden Winterregens entbehrt die obere Terrasse des Roggefels, »wo nur unregelmässig und gleichsam zufällig schnell vorüberziehende Wolken sich zuweilen entladen«. Entgegengesetzt endlich verhalten sich, ihrer Regenperiode entsprechend, die östlichen Abschnitte der Kapflora: in den Monaten December und Januar hat Drège seine Ausbeute an der Algoa-Bai und in Kaffrarien eingesammelt¹⁾.

Ueberall wird demnach die Vegetation durch die Niederschläge aus dem Ruhezustande geweckt und durch eintretende Dürre unterbrochen. Nur bei gewissen, aus Europa eingeführten Gewächsen, wie bei der Eiche, fällt der Winterschlaf mit der kälteren Jahreszeit zusammen⁶⁾, indem ihre Belaubung sich der südhemisphärischen Periode fügt. Bei der einheimischen Vegetation scheint die geringe Abnahme der Wärme im Winter auf ihre jährlichen Entwicklungsphasen ohne Einfluss zu bleiben, aber diese beginnen doch auch hier, wie in Südeuropa, erst dann, wenn die Temperaturkurve sich wieder zu heben anfängt. Vom Saftumtriebe abhängig, ist die Vegetationsperiode bei den meisten Pflanzenformen von kurzer Dauer, weil die Niederschläge entweder nur in bestimmten Monaten stattfinden oder in anderen Gegenden überhaupt unsicher sind und mitunter Jahre lang beinahe ganz ausbleiben. Durch die häufigen Missernten⁴⁾, die eben die Folge einer solchen nicht periodischen Dürre sind, wird die Bodenkultur am meisten zurückgehalten, durch den verlängerten Stillstand der einheimischen Vegetation der Bestand der Heerden oft in grossem Umfange gefährdet.

Auf so ungleichen Verhältnissen der Bewässerung beruht die klimatische Gliederung der Flora, dass weder den Hochterrassen und Küsten noch diesen selbst unter sich irgend eine erhebliche Gemeinschaft der Vegetation übrig bleibt. Es ist schwer, den Reichthum der Flora einsammelnd zu erschöpfen, weil von so vielen Arten die

Standorte so beschränkt, bei andern die Entwicklungsperiode so kurz ist, ja bei gewissen Pflanzen, namentlich auf den Karroos, die Bedingungen ihrer Entfaltung nicht in jedem Jahre eintreten⁶⁾. Die für den Charakter der Flora massgebende Landschaft, der eigentliche Heerd der Vegetationscentren ist die Südwestküste, wo die Ericaceen und Proteaceen fast allein einheimisch sind und mit wenigen Ausnahmen landeinwärts schon in einem Abstände von 30 g. Meilen aufhören. An der Südküste fallen die Gebirge an einigen Orten unmittelbar zum Meere ab, wodurch die Vermischung der Centren auch hier gehemmt wird. Ganz abgesondert sind die Steppen der Karroofelder mit ihrem einförmigen Synanthereengestrüpp. Im Osten der Kolonie ist die Unsicherheit der Niederschläge nicht geringer, hier treten die Succulenten bedeutender hervor, und als letztes Glied der Flora entfaltet sich an den feuchteren Höhen von Kaffrarien eine kräftigere und stärker belaubte Vegetation, die allmählig in die tropischen Bildungen der Natal-Küste übergeht. Hier sind die örtlichen Unterschiede der Bewässerung am grössten und von der Exposition der Berggehänge gegen den Passatwind abhängig.

Vegetationsformen. Mit den Haiden der baltischen Ebene kann man die Physiognomie der Kaplandschaft vergleichen⁶⁾: denn die Gesträuche, welche den grössten Theil der Kolonie bedecken, sind von geringer Grösse, wie dort [gewöhnlich 2—5 Fuss hoch⁷⁾] und die meisten in ihrer einfachen Blattbildung so ähnlich, dass erst die Blüthezeit enthüllt, wie verschwenderisch hier die Natur über ein ärmliches Gestrüpp ihre Ornamente austheilt. Dass fast in jeder Richtung die Lastwagen der Kolonisten, bespannt mit ihren langen Zügen von Ochsen, sich von der Kapstadt bis Kaffrarien und weiterhin frei bewegen können, ist ein Beweis von der Schwäche des Wachsthums der Holzgewächse auf einem Boden, wo die kümmerlichen Büsche wenig Humus erzeugen und der zerfallende Sandstein die Feuchtigkeit zurückzuhalten nicht fähig ist. Die Belaubung der Sträucher ist immergrün, sie kann daher von einer nicht periodischen Bewässerung, so oft sie eintritt, sogleich Nutzen ziehen, und dennoch fehlen ihr die Zeichen energischen Stoffwechsels, es herrschen in der Landschaft die kalten, bläulichen und fahlen Färbungen, weil entweder die Blattflächen zu klein sind, um die braunen Zweige zu verdecken, oder das Grün des Glanzes entbehrt und oft von anliegender

Behaarung umschleiert wird. Die Eriken- und die Proteaceen-Formen, zu denen die meisten Gesträuche der Kapflora gehören, entsprechen diesen beiden Bildungen des Laubes. Die Erikennadel erhält dadurch eine allgemeinere Bedeutung, dass sie sich in einer Reihe von Familien und Gattungen des verschiedensten Baus wiederholt, die im blüthenlosen Zustande von den Eriken selbst oft gar nicht zu unterscheiden sind (namentlich bei den Bruniaceen, Diosmeen, Stilbinee, unter den Rhamneen bei *Phytica*, den Proteaceen bei *Spatalla*, den Polygaleen bei *Muraltia*, den Synantheren bei *Elytropappus* u. a., den Rubiaceen bei *Anthospermum*). Durch breitere, aber ebenso starre Blätter geht die Eriken- in die Myrtenform über (z. B. bei den Polygaleen, Selagineen, Thymelaeen). Die Eriken selbst bilden die grösste Gattung der Kapflora (gegen 400 Arten), und da sie zum Theil die Ebenen, zum Theil die Gebirge der Südwestküste bewohnen, wo die Niederschläge in verschiedene Perioden fallen, so fehlt es hier fast zu keiner Jahreszeit an Arten, die, mit zierlichen, lebhaft gefärbten Blüthen beladen, einen erfreulichen Anblick gewähren. Auch das blaugrüne, matte oder durch die Behaarung auch wohl wie Silber glänzende Laub der Proteaceenform ist selbst auf dem dürrsten Boden in einigen Fällen mit prangenden Blüthenköpfen von ungewöhnlicher Grösse geschmückt, deren Zucker Schwärme von Insekten anlockt⁸⁾: bei einer der häufigsten Arten (*Protea cynaroides*) erreichen die grünlich weissen Köpfe einen Durchmesser von 8 Zoll. Die meisten Proteaceen sind entweder dem Kap oder Australien eigenthümlich, die Gattungen und Arten ziemlich gleichmässig auf beide Floren vertheilt, aber ähnliche Blattformen kehren auch hier in manchen andern Familien wieder. Auch ist in den beiden Hauptformen der immergrünen Sträucher der Kreis der Blattgestaltung keineswegs erschöpft: denn es giebt noch manche durch ihr Gewebe und ihren Umriss charakteristische Arten der Bepflanzung, die, bekannt genug, doch fast nur der Kapflora eigen sind (z. B. unter den Geraniaceen *Pelargonium*, den Byttneriaceen *Hermannia* und *Mahernia*, den Rosaceen *Cliffortia*, den Terebinthaceen *Rhus*).

Das Wachstum des Holzes kann bei ungenügender Bewässerung nur langsam von Statten gehen, aber um so fester und härter ist das Gewebe des Stamms und der unterirdisch verholzten Organe.

Es ist eine Erscheinung, wie sie kaum irgendwo sonst in so sonderbaren Gebilden auftritt, dass der Holzkörper, in den Boden eingesenkt oder daraus hervorragend, zuweilen zu unförmlichen Gestalten bauchig anschwillt. In solchen Holzmassen, deren Grösse in einigen Fällen beträchtlich ist, schlummert ein zäher Bildungstrieb, wodurch die Unregelmässigkeit der Bewässerung leichter ertragen wird, indem, wenn alle weichen Organe periodisch oder auch wohl mehrere Jahre hindurch abgestorben sind, bei eintretender Befeuchtung plötzlich wieder neue Knospen hervortreiben. Zu den ausgezeichneteren Bildungen dieser Art gehört die unter dem Namen Elefantenfuss bekannte, den Dioscoreen verwandte Liane, deren zarter Stengel aus einem kugelförmig polyedrischen Holzstamm entspringt (*Testudinaria*). Bei einer Gattung von Araliaceenbäumen (*Cussonia*), deren ungetheilter Stamm hier die Clavijaform der Tropen darstellt, bildet die unterirdische Holzmasse ellipsoidisch-kegelförmige Körper von beträchtlicher Grösse: in kleineren Verhältnissen finden sich holzige Knollen bei einer Reihe von Pelargonien (*P. sect. Hoarea*), deren übrige Organe in der Dürre verloren gehen. Bei einem Strauch aus derselben Familie der Geraniaceen (*Sarcocaulon*) bleiben nur die mit langen Dornen bewehrten, dicken, graugefärbten Holzstämme⁵⁾, als wären sie abgestorben, zurück, nachdem die übrigen Organe vollständig verschwunden sind.

Von den Eigenschaften der Steppengewächse bemerkt man auch hier in manchen Fällen die Absonderung ätherischen Oels (z. B. bei *Rhus*, *Tarchonanthus*, bei den Diosmeen), und noch häufiger die Bildung der Dornen im Gesträuch, aber die letztern doch nicht so allgemein, wie in der Kalahari oder in Klimaten von strengerer Periodicität der Niederschläge. An den Flüssen im Innern besteht das Ufergebüsch gewöhnlich aus dem an seinen langen, elfenbeinweissen Dornen kenntlichen Karroodorn (*Acacia horrida*) und ist fast der einzige Vertreter der Mimosenform, die erst jenseits des Gariop sich zu mannigfaltigen Bildungen vervielfältigt.

Die Bäume der Kapflora sind sämmtlich von geringer Grösse, selten höher als 20 bis 30 Fuss; auch ihr Holz ist ungewöhnlich hart, dauerhaft und von langsamem Wachstum. Von den dünnen Ebenen ausgeschlossen, verbirgt sich der Baumwuchs vor der Sonne in enge Bergschluchten⁷⁾ oder zieht sich an das Ufer der Flüsse zurück. Doch giebt

es an der Südküste gegen die Algoa-Bai hin, vom feuchten Seewinde begünstigt, auch grössere und höhere Bestände, die zwar licht und wegen der schwachen Ausbildung der Blätter wenig beschattet, aber mit ihrem dichten Unterholze doch unzugänglich sind. Nach ihrer Belaubung gehören die Bäume meist zur Oliven- und Lorbeerform, und einige tragen das gefiederte Blatt der Tamarinde: die wenigen Coniferen haben keine Blattnadeln, sondern gleichen theils der Cyresse (*Widdringtonia*), theils der Olive (*Podocarpus*). Ueberhaupt ist die Anzahl von Baumarten nicht gross, aber diese gehören zu den verschiedensten dikotyledonischen Familien⁹⁾. In dem Dickicht dieser Waldungen sind auch diejenigen Formen der Kapflora aufzusuchen, die als Erzeugnisse eines feuchten Bodens dem Klima dieses Landes übrigens so fremdartig scheinen: üppige Farne (*Todea*), sogar ein Farnbaum (*Hemitelia*), Lianen, eine Seitaminee (*Streitzia*) und eine Aroidee (*Richardia*), von denen die beiden letzteren als eine alte Zierde unserer Treibhäuser und Wohnzimmer allgemein bekannt sind.

Es fehlt jedoch auch diesen wohlbewässerten Waldgründen, wo neben dem Bett der Küstenflüsse, gleich wieder felsig die Terrasse sich hebt, nicht an der Mischung mit Succulenten, auf die in den trockenen Jahreszeiten die vegetative Bildungskraft sich einschränkt, oder auch mit Dorngebüsch, welche der Dürre ebenfalls besser zu widerstehen im Stande sind. Die Succulenten werden in den östlichen Landschaften der Kolonie bei Weitem häufiger und sind hier ebenso formenreich, wie die übrigen Gewächse¹⁰⁾. In den verschiedensten Grössen erheben sich auf dem öden Felsboden der Karroosteppe die der Cactusform entsprechenden Euphorbien, im Kleinen wiederholt sich die gleiche Bildung bei den zahlreichen Arten einer Asclepiadeengattung (*Stapelia*). Die eckigen, mit Dornen besetzten und von Milchsaft strotzenden Gliederstämme der Euphorbien streben oft rasenförmig verbunden nach aufwärts: die grösste Art (*E. grandis*) hat einen 40 bis 50 Fuss hohen Stamm⁶⁾, dessen Zweige eine schirmförmige Krone bilden. Nach ihrer fleischigen Belaubung entsprechen die hier besonders mannigfaltigen Aloe-Arten der Agavenform, aber in einigen Fällen wird die Rosette ihrer steifen, zugespitzten Blätter von einem einfachen Holzstamm gestützt (z. B. *Aloe arborescens*) und dadurch ihre Gestalt im Landschaftsbilde den

Liliaceenbäumen ähnlich. Unter den Sträuchern und Stauden mit succulenten Blättern werden die Chenopodeen, die auf den Karroos nur wenige Arten zählen (*Salsola* sect. *Caroxylon*), durch grosse Gattungen von Ficoideen (*Mesembryanthemum*), Portulaceen und Crassulaceen, sowie durch eine Synantheree (*Kleinia*) ersetzt, welche in dem dürren Klima der oberen Terrassen an Mannigfaltigkeit zunehmen. Auch unter den Portulaceen giebt es auf den Karroos und in den östlichen Landschaften einen Zwergbaum von 10 bis 12 Fuss Höhe und ungewöhnlichem Ansehen (*Portulacaria*). Für die Erhaltung der Schafheerden sind die saftigen Blätter der Crassulaceen von Wichtigkeit⁴⁾, indem sie noch eine gute Nahrung gewähren, wenn das übrige Futter in der Dürre abgestorben ist. Wo die Absonderungen und Spalten des anstehenden Gesteins nur einen irgend passenden Standort bieten können, keimen die Succulenten. Bei einer der häufigsten Gattungen (*Mesembryanthemum*) werden die abgelösten Kapseln, wie die Steppenläufer Asiens, im Winde fortgerollt; es wiederholt sich bei diesen Organen der Mechanismus der *Anastatica*, in der Dürre geschlossen zu bleiben, und erst, wenn die zur Keimung erforderliche Feuchtigkeit sie benetzt, sich öffnend die Samen auszustreuen¹¹⁾.

Ausser jenen stammbildenden Aloe-Arten erreichen andere monokotyledonische Bäume die Kapflora nicht, aber, wie am Mittelmeer, umsäumt auch hier eine Zwergpalme (*Phoenix reclinata*) das afrikanische Wohngebiet der Palmen bis zur Südküste von George. So verhalten sich auch die ähnlichen Cycadeen (*Encephalartos*), eine Gruppe, die, auf die östlichen Landschaften beschränkt, zuerst am Krommerivier diesseits der Algoa-Bai auftritt und vorzüglich die durch dicht verwachsene Gesträuche unwegsamen Gegenden an der Grenze von Kaffrarien bewohnt⁶⁾. So ist für das Dickicht der Gebirgsche am Fischfluss eine Art charakteristisch, deren dicker Stamm, getäfelt von den Blattnarben, 3 Fuss über den Boden sich erhebt, und dessen Laubrosette an den Fiedersegmenten mit Dornen besetzt ist (*E. horridus*).

Von den Gewächsen, die durch ihre Organisation der Dürre des Bodens widerstehen und ihren Saftumtrieb zurückhalten, unterscheiden sich die Zwiebelgewächse dadurch, dass sie durch die Kürze ihrer Entwicklungsperiode dem Nachtheil des mangelnden Wasser-

zuflusses entgehen. Nirgends sind diese reicher an Gestaltungen und in ihrer vorübergehenden Erscheinung für die Physiognomie der Landschaft bedeutender, als hier. Man kann die Monokotyledonen mit farbigen Blumen, welche durch unterirdische Zwiebeln oder Knollen perenniren, auf mehr als 800 Arten schätzen¹²⁾: neben den Liliaceen und Orchideen ist die grosse Zahl der Irideen ein Charakterzug der Kapflora, von denen hier eine Reihe endemischer Gattungen auftritt. Mit den ersten Niederschlägen die organischen Stoffe ihres Nahrungsspeichers zur Entfaltung prangender Blüten verwendend, verschwinden die Zwiebelgewächse bald wieder vom Erdboden, in dessen Verborgenheit neue Gebilde für künftige Zeiten sich langsam wieder ansammeln. Jedes Niveau und jede Erdkrume⁵⁾, der harte Thon, der Kies, wie der lose Sand, erzeugen bei der Kapstadt ihre besondern Irideen. Häufiger erscheinen sie in brennenden Farben von Scharlach, Rosa, Goldgelb und Orange, und nicht minder prächtig sind die gefleckten Blumen der Erdorchideen, die zwischen dem Gesträuch wachsen (z. B. *Disa*, *Disperis*). Kein Land der Erde hat jemals den europäischen Gärten eine solche Menge von Ziergewächsen geliefert, wie besonders zu Anfang des Jahrhunderts die Kapkolonie, weshalb man die Treibhäuser, welche keiner tropischen Wärme bedürfen, noch jetzt nach ihr zu benennen pflegt. Von Succulenten bestehen gegenwärtig noch reiche Sammlungen: aber wie von den Eriken und anderen Sträuchern, die ehemals die Kaphäuser füllten, viele der Kultur wieder verloren gegangen sind, so ist dies in noch grösserem Umfange mit den Irideen und Liliaceen der Fall gewesen, weil deren natürliche Lebensbedingungen durch künstliche Mittel schwer zu ersetzen sind. Die harte, humusarme Erdmischung kann man wohl bereiten und die spärliche Bewässerung nachahmen, aber nicht leicht die Luft so trocken erhalten, wie die Verdunstung und Saftentleerung ihrer atmosphärischen Organe fordert.

Auch bei den Stauden und gewissen Sträuchern sehen wir, wie der Organismus diesen austrocknenden Einflüssen des Klimas angepasst ist, bei den Gnaphalieen in der Behaarung, die sie oft bekleidet, und in den lange Zeit ihre lebhaftere Färbung bewahrenden Blüthentheilen der Immortellen (z. B. *Helichrysum*). Wie aber der Werth des Weidelandes der Kolonie eben durch diese Beziehungen

vermindert wird, zeigen die Steppengräser. Wenn es auch nicht an endemischen Gramineen fehlt, so hat doch hier die überwiegende Bedeutung dieser Familie, die sie im tropischen Afrika hatte, aufgehört¹³⁾. Grassavannen erstrecken sich von Natal und von der Kalahari über Kaffrarien, wo sie noch in den Grenzdistrikten der Kolonie der Viehzucht Vorschub leisten, aber sie enden westwärts in der Nähe des grossen Fischflusses¹⁴⁾. Weder auf den Karroflächen noch auf den Terrassen des Westens und Südens ist der Graswuchs für den Unterhalt der Heerden irgendwo genügend. Hier werden die Steppengräser durch Restiaceen verdrängt, die wegen der Härte ihres Halms als Futter ohne Werth sind. Bei ihnen ist ein eigenthümlicher Bau der Oberhaut nachgewiesen¹⁵⁾, wodurch der Saftverlust in der trockenen Luft erschwert wird. Die Athemhöhlen, von denen die Verdunstung des Safts ausgeht, sind nämlich von einer Lage inkrustirter Zellen umschlossen, welche der Abgabe des Wasserdampfs aus dem grünen Gewebe wie eine hemmende Wand entgegenwirkt. Die Familie der Restiaceen ist grösstentheils den Vegetationscentren des Kaplandes und Australiens eigenthümlich, also zwei Ländern, wo die Entwicklung der Pflanzen durch nicht periodische Dürre leicht gefährdet wird. Merkwürdig aber ist, dass Pfitzer an einigen australischen Restiaceen jenen Mechanismus nicht wiederfand, sondern eine andere Organisation der Oberhaut bemerkte, die jedoch eine ähnliche Bedeutung hat. Hier sind die Spaltöffnungen tief in die Oberhaut eingesenkt und der dadurch abgesonderte Vorhof ist nach auswärts verengt, in einem Falle durch Erweiterung der Cuticula bis auf eine sich verschränkende Furche geschlossen. Wenn nun dieser Vorhof bei trockener Luft durch Zusammenziehung der Epidermisschicht nach aussen abgesperrt wird, muss die Verdunstung aufhören. In Australien ist der Niederschlag noch viel unregelmässiger, als im Kaplande: dort haben die Halme im Wechsel der Dürre und Feuchtigkeit sich lebensfähig zu erhalten, hier sollen sie geschickt sein, durch verlangsamte Verdunstung ihre Vegetationsperiode zu verlängern. Auch bei den immergrünen Blättern von Kapsträuchern, bei Proteaceen, Eriken und bei Synanthereen (*Elytropappus*) ist anzunehmen, dass, wenn ihre Spaltöffnungen eingesenkt und die Vorhöfe mit Haaren ausgekleidet sind, dadurch

derselbe Zweck erfüllt wird, worauf bei Australien noch einmal zurückzukommen ist.

Zu den bemerkenswerthen Erzeugnissen der Kapflora gehört endlich auch das Palmietschilf (*Prionium*), durch welches die Flüsse längere Zeit vor dem Versiegen bewahrt werden. Diese Juncee, nach der Anordnung und Gestalt ihrer Blätter der amerikanischen Bromelienform ähnlich, bildet über dem Wasserspiegel durch ihr geselliges Wachsthum eine dichte Vegetationsdecke. Die untergetauchten, an einander gedrängten, schwammigen Stengel, welche, mit einer starken Wurzel am Grunde befestigt, die Laubrosette tragen, wirken wie eine Schleuse auf das hindurchfliessende Wasser, welches sie aufsaugen und zurückhalten. Sie verlangsamen das Gefälle des Stroms, dessen Fläche zugleich durch ihr Laub beschattet und gegen die austrocknende Gluth der Sonne geschützt wird. Lichtenstein⁵⁾, der diese wohlthätige Wirksamkeit einer Wasserpflanze anschaulich beschreibt, beobachtete einmal, als das trockene Bett eines Bergstroms nach dem ersten reichlichen Regen sich wieder füllte, dass vier Tage erforderlich waren, bis das Wasser durch das Palmietschilf eine Strecke von sieben Stunden zurücklegen konnte.

Vegetationsformationen und Regionen. Aus Gesträuchen bestehen die allgemein herrschenden Formationen der Kapflora, sie werden von den Kolonisten das Buschland (Bosjes) genannt, dessen Urbewohner hiessen Buschmänner. Von der Küste bis zu den Karroefeldern sich ausbreitend, bestimmt die Gebüschvegetation die Physiognomie der Landschaft. In den meisten Gegenden wachsen diese niedrigen Sträucher nicht so gedrängt, dass nicht der Erdboden kahl zwischen ihnen sichtbar wäre oder den Stauden, den Zwiebelgewächsen und Succulenten Raum liesse. Auf der südwestlichen Küstenfläche und an den Bergen, zu denen sie sich erhebt, ist die Mischung der Straucharten am grössten. Ein geselliges Zusammenwachsen derselben Art gehört zu den seltenen Erscheinungen. Doch giebt es bei der Kapstadt einzelne Strecken, die mit gewissen Eriken oder Proteaceen gleichmässig bekleidet sind. Von der Bewässerung der Standorte ist die Dichtigkeit und Höhe des Wachsthums abhängig. In den Wasserrissen der Berge gleichen die Gebüsch den südeuropäischen Maquis, sie werden zuweilen 15 bis 20 Fuss hoch⁵⁾

oder Bäume begleiten sie: Proteaceen und Coniferen sind in diesem Falle verbunden.

So sehr auch die Straucharten nach dem Niveau wechseln, so lassen sich auf den Bergen der Küstenlandschaft doch keine bestimmte Regionen physiognomisch unterscheiden. Der Tafelberg, der bei der Kapstadt abgesondert von den übrigen Höhenzügen (zu 3350 Fuss) sich erhebt, ist auf seinem Gipfel mit Eriken und ähnlichen Sträuchern bewachsen, wie an seinem Fuss: bei aller Verschiedenheit im Einzelnen ist die Physiognomie der Vegetation unverändert geblieben. Aber dies ist auch ein Berg, der bis oben hin feucht bleibt: anders verhalten sich die Gebirge jenseits der Küstenebene, die kahl und felsig aus dem Buschlande hervorragen, wenn sie höher sind als die Wolkenregion oder die Abhänge den Seewinden sich abwenden. Dasselbe ist auch bei den Schneebergen der Fall, den höchsten (8000 Fuss hohen) Gebirgen der Kolonie, die am Ostrande des Roggefeldes bei Graafreynet gelegen sind, und in deren Bereich es sogar an Holz zur Feuerung gebricht⁵⁾. Eine bestimmte Höhengrenze der Sträucher ist indessen bis jetzt nicht nachgewiesen.

Wenn man von der Kapstadt aus die Hottentothollandsberge überstiegen und nun die mittlere Karrooerrasse erreicht hat, sieht man diese als eine ebene oder hügelige Fläche unermesslich vor sich ausgedehnt, wo aber wiederum der Boden überall mit dürrem Gestrüpp bedeckt und nur wenig Steppengras sichtbar ist⁶⁾. Mit den Eriken, den Proteaceen und Diosmeen der Küste sind hier auch die Restiaceen verschwunden¹⁶⁾. Ein ganz neues Bild entsteht dadurch, dass der herrschende Strauch ein geselliges Gewächs ist und, nur spärlich von Succulenten und anderen Formen begleitet, die weitesten Strecken ausschliesslich überkleidet. Dies ist der nur ein bis zwei Fuss hohe Rhinocerosbusch, eine der Erikenform sich anreihende Synantheree (*Elytropappus rhinocerotis*). Auf dem ockerhaltigen Erdreich bemerkt man kaum das mattgefärbte Gestrüpp und unterscheidet schon aus der Ferne die Furchen der periodisch versiegenden Flussbetten an dem dunkleren Grün des Mimoseengebüsches⁵⁾, welches sie umsäumt. Unbewohnt belebt sich die Karrooebene nur im August, wenn die Heerden hingetrieben werden, sie abzuweiden: dann ist sie selbst in einen Teppich üppigen Grüns gekleidet und zahllose

Blumen entfalten sich (Synanthereen, Liliaceen, *Mesembryanthemum*). Aber nach wenigen Wochen ist jedes Zeichen des Lebens wieder verschwunden, und selbst bei den Saftgewächsen erhält die Oberhaut der Blätter einen grauen Ueberzug, der den in den innern Geweben bewahrten Farbstoff verhüllt.

Noch unwirthbarer ist die obere Terrasse des Roggefels und ohne allen Graswuchs. Ebenfalls bekleidet mit kleinem, nur fuss-hohem Gestrüpp von Synanthereen ¹⁶⁾, geht sie zuweilen, wasserlos wie sie ist, in eine völlig kahle, von Geröllen erfüllte Steinwüste über, die kaum die dürftigsten Saftgewächse ernährt ⁵⁾. Von ihren südlichen Randgebirgen bis zum Gariep fehlen auch die Acacien, erst an diesem Strome erblickt man wieder die erste Uferwaldung.

An der Algoa-Bai sind die Gesträuche höher und dichter, als in der Nähe der Kapstadt ¹⁷⁾. Die Mündung des Gamtos-Flusses ist an der Südküste die Naturgrenze von den beiden Hauptgebieten des Westens und Ostens, in denen die Entwicklungsperiode der Vegetation in entgegengesetzte Jahreszeiten fällt. Die Proteaceen und Eriken werden selten oder verschwinden ganz; die Restiaceen sieht man durch Gramineen ersetzt, und allgemein treten die baumartig wachsenden Succulenten hervor ⁶⁾, die nackten Euphorbien in ihrem steifen Wuchs, die Aloe mit ihren rothen Blüthentrauben und das bleiche Grün des Speckbaums (*Portulacaria afra*): alles Formen, wodurch neben dem Boer-Strauch, einer Leguminose mit gefiederten Blättern (*Schotia speciosa*), die fremdartige Physiognomie der östlichen Küstenlandschaft bedingt wird.

Den grossen Fischfluss entlang ⁶⁾ erstrecken sich in's Innere die wildesten Gesträuchdickichte, mit so viel Succulenten gemischt, dass sie selbst bei trockenem Wetter durch Feuer nicht zu zerstören sind. Hier lässt das gedrängte Wachsthum keine Zwischenräume übrig; durch Dornen und durch die Festigkeit der Holzszweige ist das Gebüsch unzugänglicher selbst, als tropischer Urwald; es ist nur der Wohnsitz grosser Pachydermen, auf deren Pfaden der räuberische Kaffer sich geschmeidig einschleicht, »ohne dass der weisse Mann ihm folgen kann«. Das Grundwasser des Stroms erhöht die Energie des Wachsthums; das üppige Scitamineenblatt kann sich entfalten, aber der trockenen Luft entsprechen die übrigen Vegetationsformen, die harten Sträucher, die Cycadeen und die Saftstämme der Euphorbien.

Das Verhältniss zu dem tropischen Klima von Natal bedarf noch weiterer Untersuchungen in dem unabhängigen Kafferlande. Dass manche tropische Familien auch innerhalb der Kolonie bis zur Algoabai vertreten¹⁵⁾ sind, hat etwas Befremdendes, da das Klima hier so trocken ist und die herrschenden Vegetationsformen dies auch so sehr ausdrücken. Regen ist in Albany selten und ungewiss⁶⁾, aber freilich wird die Bewässerung des Bodens durch zahlreiche Küstenflüsse bereichert, welche von den Höhen aus gespeist werden, an denen der Sommerpassat seine Feuchtigkeit verdichtet. Die Einwanderung tropischer Pflanzen scheint davon abzuhängen, dass entweder ihre Standorte dem Seewinde frei gegenüber liegen oder durch fliessendes Wasser gegen die Trockenheit der Luft geschützt werden.

An den Gräsern äussert sich in den östlichen Provinzen ebenfalls der klimatische Einfluss der Exposition gegen die Seewinde. Bei Grahamstown in Albany sieht man bereits das Buschland auf weiten Strecken mit Grasfluren abwechseln⁶⁾, aber an Werth als Weide sind diese doch nur einer dünnen Steppe gleich zu achten. Erst in freieren und höheren Lagen erhalten sie die Bedeutung tropischer Savanen. Als Zeyher¹⁴⁾ den Fischfluss aufwärts zog, fand er in dessen Quellgebiet (32° S. B.), aber auf der dem indischen Meere zugewendeten Ostseite der Schneeberge jenen einförmig hohen Graswuchs, der von hier aus unverändert über die Hochebenen am oberen Gariep (im Niveau von 4000 bis 6000 Fuss) in das tropische Afrika übergeht. Hier unterbricht regelmässiger, als in den tiefer gelegenen Landschaften, die trockenen Jahreszeiten der Sommerregen, und auf dieser östlichen Karroo-Terrasse reicht daher der tropische Graswuchs noch weiter nach Süden, als an der Küste von Natal.

Wälder erscheinen in der Kapkolonie fast nur an der Südküste zwischen dem Kap und der Algoabai, wo sie in östlicher Richtung an den dem feuchten Seewinde ausgesetzten Abhängen der Gebirge und in den Durchbruchsthälern der Karroo-Flüsse an Bedeutung und Höhe des Baumwuchses zunehmen. In der Provinz George¹⁷⁾ findet sich ein freilich nur schmaler Gürtel von geschlossenen Hochwaldbeständen, wo die dicht belaubten, mächtigen Kronen weit über das niedrige Gehölz emporragen und die Stämme von Lianen (z. B.

Ampelideen und Asclepiadeen) umschlungen sind. Das Unterholz dieser Wälder ist dicht verwachsen, Dornen und Schlinggewächse machen das Dickicht fast undurchdringlich. Es werden Stämme von *Podocarpus* erwähnt, welche vier Männer nicht umspannen konnten, aber auch nur hier besitzt die Kolonie gutes Bauholz: in dem benachbarten Distrikt von Uitenhage sind die Waldungen bereits wieder dürftiger, ebenso wie bei der Kapstadt. Sie gedeihen nur, wo es nie an Feuchtigkeit mangelt³⁾, an den schattigen Südabhängen, wo das Wasser beständig von den Felswänden herabsickert, wo die Bäume selbst und ihre Dammerde es zurückhalten. In diesen Waldschluchten sammeln sich Bäche, die von dem starken Humus braun gefärbt sind. Bergaufwärts ist die Waldregion von geringer Ausdehnung: hat man die Gebüschle mühsam durchklettert, so gelangt man in lichtere Bestände, die Bäume werden kleiner, und nun ist bald ihre Höhengrenze erreicht, wo das Buschland wieder anfängt.

In den baumlosen Steppen des Innern, wo nur die Flüsse von Uferwäldungen umsäumt werden, sind auch diese von unansehnlichem Wuchs. So ist der Thalweg des Gariep von einem Mischwalde bekleidet⁵⁾, der aus Acacien, Weiden und andern Bäumen besteht, von denen mehrere Dornen tragen und einige ihr Laub periodisch verlieren¹⁰⁾.

Vegetationscentren. Die Absonderung der Kapflora von dem übrigen Afrika, die nur in den östlichen Landschaften eine gewisse Vermischung der Centren gestattet, ist bereits erörtert worden. Die nicht endemischen Pflanzen bilden nur einen ganz untergeordneten Bestandtheil und die meisten sind wahrscheinlich erst in Folge der Kolonisation einheimisch geworden. So hat, wie am Mittelmeer, die amerikanische *Opuntia* angefangen, namentlich auf den trockenen Hügeln am Gariep, sich in weiterem Umfange auszubreiten⁴⁾. Durch die grössten Weiten des Oceans ist das Kapland von den ähnlichen Klimaten anderer Kontinente getrennt, und in einer so abgeschiedenen Lage mussten die Vegetationscentren sich unvermischt erhalten. Um so viel merkwürdiger aber ist die ähnliche Erscheinung im Lande selbst. Bunbury⁸⁾ erwähnt, dass er in der pflanzenreichen Gegend von Grahamstown in Albany nur 13 Arten habe auffinden können, welche auch bei der Kapstadt vorkommen. Durch die klimatischen Gegensätze, die eine Folge der verschiedenen Exposition und der

Terrassenerhebung des Innern sind, wird hier die Erweiterung der Wohngebiete beinahe ebenso sehr gehindert, wie durch das Meer.

In der Nachbarschaft der Kapstadt, wo die Flora hinreichend genau untersucht worden ist, um ein solches Urtheil zu begründen²⁰⁾, kennt man eine Anzahl von Pflanzen, die nur auf einem einzigen Standorte wachsen, als wären sie auf einer oceanischen Insel entstanden. Schon Lichtenstein⁵⁾ kannte einige Beispiele dieser Art unter den Proteaceen. Der Silberbaum (*Leucadendron argenteum*) und einige andere Proteaceen kommen ausschliesslich auf der kleinen Halbinsel des Tafelbergs und sonst nirgends auf der Erde vor: keine der auf den nahen Hohentothhollandsbergen wachsenden, behauptet jener Naturforscher, werde daselbst angetroffen, und die damit unmittelbar zusammenhängenden Höhen von Stellenbosch und Drakenstein besässen wieder ihre eigenen Arten. Wo unter gleichen physischen Bedingungen jeder Berg seine besondere Ausbeute liefert, kann doch nicht angenommen werden, dass solche Gewächse auf ihren gegenwärtigen Standort nur zurückgedrängt wären: das Ueberhandnehmen anderer müsste zu einer gewissen Gleichförmigkeit der Vegetation führen, die nirgends besteht. Wir können daher aus solchen Erscheinungen keinen andern Schluss ziehen, als dass sie an ihrem ursprünglichen Standorte wachsen, der sich nicht erweiterte, weil sie die neben demselben bestehende Vegetation zu verdrängen nicht im Stande waren.

Die Anzahl der bis jetzt bekannt gewordenen Gefässpflanzen der Kapflora wurde von Harvey, der ein so vorzüglicher Kenner derselben war, auf 7860 Arten¹²⁾ geschätzt: eine Berechnung, die ich auf das leider unvollendete Werk von ihm und Sonder gründe²¹⁾, ergab die Summe von 8000, also ungefähr ebenso viel. Der Umfang des Kaplandes, der Kolonie und Kaffrariens beträgt gegen 6000 g. Quadratmeilen²²⁾, aber dies ist, wie bemerkt, keineswegs ein Massstab für die Vegetationscentren der Küstenterrasse und ihrer Berge, wo sie auf engem Raume so ungleich viel dichter angeordnet sind, als auf den ausgedehnten Karroofeldern. Das Kapland und Australien sind diejenigen Länder, wo durch die Systematik der Gattungen das Gesetz der räumlichen Analogieen am besten begründet wird und dieses in allgemeinerer Geltung steht, als irgendwo sonst. Aus dicht gedrängten Bildungscentren entfalteten sich hier Gattungen

von grossem Umfange²³⁾, und diese sind in den meisten Fällen entweder durchaus oder doch grösstentheils endemisch. Durch den verschiedenartigen Bau solcher Gattungen und durch die Enge der Bezirke, welche einige derselben ausschliesslich bewohnen, scheint die Kapkolonie Australien in dieser Beziehung noch zu übertreffen.

Die topographische Anordnung der Arten derselben Gattung bald nach dem Niveau oder den Bodeneinflüssen, bald unter anscheinend ganz gleichen physischen Bedingungen lässt sich mit den Vorstellungen über einen genetischen Zusammenhang ihrer Entstehung schwer vereinigen. Im erstern Fall könnte man annehmen, dass, wenn auch der Standort nicht sogleich auf den Bau einer Pflanze wirke, dies doch vielleicht in einer langen Reihe von Generationen geschehen könne. Damit kämen wir zu der von Wallace herrührenden und von Wagner²⁴⁾ vertheidigten Meinung, dass nicht durch die Variation allein im Sinne Darwin's, sondern durch die damit verbundene räumliche Absonderung die neuen Arten entstanden seien. Ist aber der Standort nahe verwandter Pflanzen auf benachbarten Bergen von gleicher Beschaffenheit, so ist ihre Verschiedenheit hiedurch nicht erklärbar. Sodann stehen neben den lokalen Arten immer andere, die, in ihrem Bau ebenfalls nahe übereinstimmend, ein weiteres Wohngebiet eingenommen haben, ohne in ihrer Organisation verändert zu sein. Wachsen sie mit jenen zusammen, und davon bietet fast jede Flora Beispiele genug, so geben sie über die Entstehung und Fortdauer der letzteren keinen Aufschluss. Setzt man voraus, dass die eine Art von der anderen oder beide von einer gemeinsamen Quelle abstammen, so würde man aus solchen einschliessenden Arealen (1. S. 142) folgern müssen, dass die Umbildung nicht durch die physischen Einflüsse des Standorts allein, welche auf jedes Individuum sich gleichmässig beziehen, sondern durch Kräfte erfolgt sei, von denen nur einzelne derselben berührt wurden.

Wenn die in Bezug auf äussere Lebensbedingungen so sehr von einander abweichenden Standorte und geographischen Abschnitte des Kaplandes einen reichhaltigen Stoff bieten, um die räumlichen Beziehungen der Organisation zu untersuchen, so kann die Vergleichung mit andern Floren dazu dienen, unsere Vorstellungen über die klimatischen Analogieen des Baus zu erweitern. Eine Ver-

wandtschaft mit Pflanzen ähnlicher Klimate in der nördlichen Hemisphäre ist nur in solchen Familien von Bedeutung, die den grössten Theil der Erde bewohnen, oder wird durch einzelne vikariirende Arten anschaulich gemacht, wie durch die Eriken und einige andere Erzeugnisse des Mittelmeergebiets²⁵⁾. In der südlichen gemässigten Zone zeigt Australien, wo das Klima ähnlich und doch in gewissen Zügen auch wieder abweichend ist, die bemerkenswerthesten Analogieen, aber auch nicht minder grosse Gegensätze im Charakter der Flora. Die Verwandtschaft beruht namentlich auf den Proteaceen und Restiaceen, zwei grossen Familien, die für diese beiden Länder charakteristisch sind. Man kann auch die Ericaceen des Kaplandes als eine Familie anführen, welche den grösstentheils auf Australien beschränkten Epacrideen nahe verwandt ist. Dagegen unterscheidet sich die Kapflora durch das Vorherrschen der Geraniaceen, Irideen und Liliaceen, Australien von dieser durch seine Myrtaceen und Goodeniaceen, von denen dort nur einzelne Arten vorkommen²⁶⁾, unter den erstern nur eine einzige Art von australischem Typus (*Metrosideros angustifolia*). Ferner sind am Kap die Verhältnisszahlen der Synanthereen vermehrt, der Leguminosen vermindert, auch die Proteaceen und Orchideen weniger zahlreich²⁷⁾. Beide Floren enthalten Gattungen von ungewöhnlich grossem Umfange, aber keine derselben ist in beiden dieselbe, und auch in den übereinstimmenden Familien kommen nur wenig Beispiele von identischen Gattungen vor. Am Kap fehlt der grosse Formenkreis australischer Bäume, der die Eukalypten und die Acacien mit ungetheilten Blättern begreift: von der letzteren Gattung finden sich nur einzelne Arten, die dem australischen Typus fern stehen. Unter den Proteaceen sind die Gattungen beider Länder vollständig geschieden.

In Südamerika hat Buenos Ayres, ein Weideland gleich der Kapkolonie und Australien, einen ähnlichen klimatischen Charakter. Hier aber ist diese Analogie für die Flora bedeutungslos geblieben: weder in dem Bau der Pflanzen, noch in den Formen der Vegetation ist irgend eine Verwandtschaft zu erkennen²⁸⁾.

Unter den vorherrschenden Familien der Kapflora²⁹⁾ sind mehrere enthalten, die in keinem andern Lande an Arten reich sind: die Irideen, Ficoideen, Geraniaceen und Crassulaceen. Die Synanthereen nehmen zwar die erste, die Leguminosen die zweite Stelle

ein, dann aber folgen auf die Liliaceen und Ericaceen gleich jene vier Familien nebst den Proteaceen. Man erkennt daraus, wie hier die systematische Mannigfaltigkeit der Arten mit den herrschenden Vegetationsformen der immergrünen Sträucher, der Zwiebelgewächse und Succulenten zusammenstimmt.

An Menge der endemischen Gattungen kann sich ausser der australischen keine Flora mit der des Kaplandes messen: ich zähle gegen 430, die sich unter 60 Familien je nach dem Umfange derselben ziemlich gleichmässig vertheilen. Nicht viel Monotypen bemerkt man darunter: auch hier überwiegen die räumlichen Analogieen, wodurch die Anzahl der Arten vervielfältigt wird³⁰⁾. Das allgemeine Durchschnittsverhältniss der Arten zu den Gattungen fand E. Meyer wie 6 : 1¹⁾.

Auch einige kleinere endemische Familien besitzt die Kapflora, von denen die Bruniaceen im System sich keiner anderen unmittelbar anschliessen; auch die Selagineen³¹⁾ und Stilbaceen haben einen eigenthümlichen Bau, der sich jedoch dem der Verbenaceen nähert; die Penaeaceen sind den Thymelaeen verwandt und eine anomale Gattung (*Grubbia*), deren Stellung noch ungewiss ist, scheint mit den Bruniaceen in Beziehung zu stehen.

Je entschiedener der Endemismus in den Vegetationscentren der Kapflora ausgeprägt und durch Wanderungen ungestört sich erhalten hat, desto merkwürdiger ist die Thatsache, dass, ähnlich, aber in umgekehrtem Sinne, wie im indischen Archipel, die Fauna an diesen Erscheinungen keinen Antheil hat und jedes selbständigen Charakters entbehrt. Zwischen den Thieren des tropischen Afrikas und denen des Kaplandes besteht keine scharfe Grenze, und Beziehungen zwischen ihnen und denen Australiens, wie die Flora sie erkennen lässt, lassen sich kaum nachweisen³²⁾. Die grossen Säugethiere, die auf den tropischen Savanen einer einförmigen Vegetation gegenüber ein so reiches Bild animalischen Lebens gewähren, dehnten ihr Wohngebiet auch über das Kapland aus, dessen magere Weidegründe ihnen doch nur wenig zusagen konnten. Als die Kolonisation noch wenig fortgeschritten war, sah man das Buschland von Antilopenheeren und Raubthieren ebenso sehr belebt, wie die Savanen von Sudan, und traf auf die tropischen Pachydermen in den Wäldern der Südküste. Erst durch die Jagd vertrieben,

haben diese Thierformen sich über den Gariep zurückgezogen, die Waldbewohner leben noch jetzt in den unzugänglichen Gegenden an den Grenzen Kaffrariens. Viele Vögel sind zugleich am Senegal und in der Kapkolonie einheimisch; Thiere, welche in ihrer Ernährung nicht auf bestimmte Pflanzen angewiesen sind, werden durch die Schranken nicht gehemmt, welche die Vegetation in ihrer ursprünglichen geographischen Stellung zurückhalten.

XI.

A u s t r a l i e n .

Klima. Das Klima Australiens entspricht seiner Lage zu beiden Seiten des südlichen Wendekreises, der weiten Ausdehnung seines Tieflandes und der Armuth an Gebirgen. Mit den Ländern am Mittelmeer lässt sich das Mass der Wärme in den südlichen Breiten des Kontinents vergleichen; auf der äquatorialen Seite des Wendekreises und im Innern, so weit dort der Passatwind dauernd sich entwickelt, steigert es sich zu tropischer Hitze, und überall bleibt auch im Winter die Temperatur dem Pflanzenleben angemessen. Die atmosphärischen Niederschläge, durch die Luftströmungen geregelt, vertheilen sich in gesetzmässiger Stufenfolge: tropischer Sommerregen im Norden, Wüstenbildungen am Wendekreis, jenseits die Feuchtigkeit auf den Winter beschränkt, bis endlich in Tasmanien auch die Dürre der trockenen Monate schwindet. In diesen Verhältnissen lassen sich die Wirkungen von Australiens Lage und Gestaltung erkennen. Unbeschränkt, wie auf dem Meere, übt die Solstitialbewegung ihren Einfluss, die Passatströmungen je nach der Jahreszeit zu begrenzen, aber die kontinentale Erhitzung erzeugt im tropischen Gebiete (10°—19° S. B. nach Gregory) einen Regen bringenden Nordwestmonsun während des Sommers und entsendet gelegentlich glühende Wüstenwinde bis zu den südlichen Küsten. Indessen hat sich der wüste Passatgürtel des Innern (19°—29° S. B. nach Petermann) wenigstens in den bisher berührten Meridianen nicht überall so wasserlos gezeigt, wie in der Sahara: von Zeit zu Zeit erlebten die Reisenden dort schwere Gewittergüsse, wie sie in der Kalahari ebenfalls vorkommen.

Unter dem Einfluss vereinzelter Höhenzüge und Flusslinien entstehen Oasen, und unmittelbar an wasserlose Sandwüsten grenzen zuweilen, wo die Trappgesteine anstehen, prächtige Weidegründe ¹⁾.

Die Dauer der Regenzeiten ist in Australien nicht beträchtlich, selbst im tropischen Gebiete erstreckt sie sich oft kaum auf drei Monate ²⁾, aber nach der Menge des Niederschlags an den Küsten sollte man selbst jenseits des Wendekreises eine üppigere Vegetation erwarten. Berghaus ³⁾ hat aus sechs meteorologischen Stationen (zwischen 33^o und 43^o S. B.) ein muthmassliches Mittel des Regenfalls von 25 Zoll abgeleitet, was den der Kapstadt (23 Zoll) noch um ein Weniges übertrifft. Ueberhaupt wiederholt sich in Australien in vielen Beziehungen das Klima des südlichen Afrikas, und doch müssen bedeutungsvolle Unterschiede, wenn auch feinerer Art, unter der allgemeinen Gesetzmäßigkeit verborgen liegen, um den abweichenden Vegetationscharakter, ja um gewisse Eigenthümlichkeiten der unorganischen Natur zu erklären. Dass bedeutendere Flüsse an allen Küsten so selten sind, möchte von der plastischen Gestalt des Kontinents abhängen: aber dass sie allgemein in langen Zeiträumen versiegen und nur an den tieferen Punkten des Thalwegs allmählig schwindende Wasserspiegel zurüctlassen, dass sie so jenes eigenthümliche Naturbild von kettenförmig zusammenhängenden, durch trockene Räume getrennten Feuchtigkeitsbehältern gestalten, welches die Sprache der Kolonisten mit dem Namen »Creek« belegt hat, ist eine durch ganz Australien wiederkehrende und in anderen Ländern seltene Eigenthümlichkeit, die auf besondere und gemeinsame Bedingungen der Quellenernährung hinweist. Die Unregelmässigkeit des Zufusses, die sich hierin erkennen lässt, ist auch die wichtigste Ursache, weshalb der Ackerbau in Australien sich nicht entwickeln kann. Nur in Tasmanien hat derselbe einigen Erfolg gehabt, sowie neuerlich in Queensland, an der tropischen Nordostküste, wo der Passat, vom Meere kommend, bewaldeten Gebirgen entlang weht. In allen übrigen australischen Kolonien ist der Ertrag der Bodenkultur ungewiss, ihre Entwicklung und Blüthe beruht in erster Linie auf der Viehzucht, und Neuseeland ist die Kornkammer für ein Land geworden, das, freilich unter Mitwirkung seiner Mineralschätze, doch zunächst durch seine einheimische Vegetation so mächtig aufblüht. Denn diese letztere, welche den Heerden auf unermesslichen Räumen die

reichlichste Nahrung giebt und ihre Züchter nicht, wie in den Steppen Asiens, zum Nomadenleben nöthigt, sondern das ganze Jahr hindurch dienstbar bleibt, ist klimatischen Eigenheiten angepasst, welche die Kulturgewächse des Ackerbauers nicht ertragen. Aber noch viel auffallender scheint es, wenn wir die Verschiedenheiten des tropischen und gemässigten Australiens, die Abstufung der Wärme, den entgegengesetzten Verlauf der Jahreszeiten vergleichen, dass diese Vegetation mit übereinstimmendem Charakter den ganzen Kontinent bis zum äussersten Norden überkleidet, während sie von den gegenüberliegenden Küsten und von den meisten Südseeinseln ausgeschlossen ist.

Allgemein werden diese Erscheinungen auf die Trockenheit des australischen Klimas bezogen, allein wir haben bereits gesehen, dass die Menge des Niederschlags für den europäischen Ackerbau reichlich genügen würde: haben wir doch in Süddeutschland 25 Zoll Regen, gerade wie in Sydney, und in der baltischen Ebene noch weniger. Für das Pflanzenleben aber ist nicht das Mass der Feuchtigkeit das Bestimmende, sondern deren stetiger Zufluss. Das Wasser ist ein Nahrungsmittel wie jedes andere und muss während der Entwicklungsperiode von Tag zu Tag dem Bedürfniss entsprechend in der Erdkrume den Wurzeln zur Verfügung stehen, es sei denn, dass eine eigenthümliche Organisation des Gewebes auch andere Formen des Zuflusses gestattet. Der Regenschirm sammelt, was die Wolken den Pflanzen zuführen, aber wann und in welchem Verhältniss sie es empfangen, ist für sie weit bedeutungsvoller und lässt sich schwierig aus meteorologischen Messungen ableiten.

Die von Neumayer über das Klima der Kolonie Victoria herausgegebenen Beobachtungen ¹⁾ zeigen, dass auch an der Südküste der Dampfgehalt der Luft nur gering ist, und dass daher die Niederschläge, welche zu Melbourne in allen vier Jahreszeiten fallen, durch ihre rasche Verdunstung dem Boden bald wieder verloren gehen. Wir finden hier die bemerkenswerthe Angabe, dass in den J. 1859 und 1860 die jährliche Verdunstung nahezu doppelt so gross war als die Menge des gefallenen Regens und während des Sommers sogar das Dreifache dieses Werths betrug. Es ist selbstverständlich, dass solche Verhältnisse entweder durch örtliche Ungleichheiten oder durch Thaubildung ausgeglichen werden müssen, allein sie geben

eine deutliche Vorstellung, wie wenig Zeit hier die Vegetation hat, von den reichlichen Niederschlägen Gewinn zu ziehen, welche so bald wieder verdunsten und in die Atmosphäre zurückkehren. Treten nun gar die heissen Winde aus dem Innern ein, die alljährlich wiederkehren (in Melbourne durchschnittlich 14 Tage lang), so verschwindet der letzte Ueberrest der Feuchtigkeit aus dem Boden: denn an solchen Tagen sinkt der Dampfgehalt der Luft auf 30 bis 40, während einiger Stunden sogar auf 13 bis 15 Procent⁴⁾. So erscheinen auch die Küsten Australiens nur als der schmale Rand eines regenlosen Passatklimas, wo zwar durch die stete Wechselwirkung zwischen feuchter Seeluft und trockener Wüstenatmosphäre ergiebige Niederschläge stattfinden, aber wegen der Stärke der Verdunstung die Circulation des Wassers durch die Pflanzen gehindert ist. Nur die Ostküste, soweit die Seewinde an Bergterrassen hinaufwehen, steht unter günstigeren klimatischen Verhältnissen, und hier finden sich daher auch die feuchtesten und am reichsten bewaldeten Regionen des Kontinents¹⁾. Uebrigens lehren alle Darstellungen des australischen Naturcharakters, dass die dortigen Regenzeiten auch viel unregelmässiger und unsicherer innerhalb ihrer Periode als anderswo verlaufen, und dass in der Gesamtwirkung der Niederschläge gewaltige Gewitterschauer einbegriffen sind, die durch Stunden des Ueberflusses Monate der Dürre niemals ersetzen können. Dies gilt ebenso wohl von dem tropischen Norden, dessen Regenzeit mit der auf den indischen Monsunküsten an Bedeutung sich gar nicht vergleichen lässt, wie von allen Kolonien jenseits des Wendekreises, wo auch in der feuchten Jahreszeit, im Winter, die dem Sirocco gleich aus dem Inneren wehenden Wüstenwinde den Boden ausdörren, wo am Murrayflusse (34^o—36^o S. B.) die Regenzeit zuweilen ganz ausbleibt und ganze Jahre ohne Niederschläge hingehen können. Man macht sich daher vielleicht eine richtigere Vorstellung von dem australischen Klima, wenn man annimmt, dasselbe stehe überall unter dem Einflusse eines trockenen Passatwindes, gleichwie in den Wendekreiszonon Afrikas, die Störungen der regelmässigen Luftströmung seien zwar häufiger als dort und an die Solstitalbewegung gebunden, aber ihr verschiedenartiger Ursprung und ihr unregelmässiger Verlauf wenig geeignet, den Boden dauernd durch Niederschläge feucht zu erhalten und die Quellen mit

gleichmässigen Zuflüssen zu speisen. Denn wie die Gewitter oft eine eingeschränkte örtliche Verbreitung zeigen, so fallen auch die übrigen Niederschläge Australiens nicht mit jener Stetigkeit und in jener gesetzmässigen Wiederkehr, welche aus den allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre in andern Erdtheilen hervorgeht.

Vegetationsformen. Wie sehr die Vegetation dem Klima Australiens angepasst ist, lässt sich sogleich an der Lauborganisation der beiden herrschenden Pflanzenformen erkennen. Die beiden Formen der Eukalypten (*gum-tree*) und der Proteaceen bekleiden den grössten Theil der bekannten Oberfläche des Kontinents, indem die erstere unter den Bäumen des Kontinents hervorrage, die letztere besonders für die Gestrüchdickichte oder den Scrub als Typus von dessen übrigens so mannigfaltigen Bildungen bezeichnend ist. Holzgewächse höheren oder niedrigeren Wuchses bedecken aber die Küstenlandschaften bis tief in das Innere: wo sie aufhören, beginnt bald die wüste Einöde des regenlosen Klimas. In beiden Fällen nun, sowohl in den lichten Waldungen, wie in dem dicht verwachsenen Scrub, ist das Laub von einer Starrheit und Saftlosigkeit, dass, wäre es nicht meist zu einer flachen Gestalt erweitert, die Nadeln der Tanne damit verglichen werden könnten. Aber auch nicht das lebhaftere oder dunkle Grün der Nadelhölzer ist hier zu bemerken, sondern ein blasser, in's Graue oder Bläuliche stehender, glanzloser Farbenton ist so vielen Gewächsen gemeinsam, dass ein Jeder in den Treibhäusern australischer Holzgewächse diesen Eindruck stockenden Saftumtriebs empfangen wird. Denn wir sind gewohnt, mit dem freudigen Frühlingsgrün unserer Wiesen und Wälder die Vorstellung von reger Lebensenergie zu verbinden, und haben ein Recht dazu, weil mit der Steigerung des chemischen Processes in den Blättern auch die Anzahl der durchscheinenden grünen Saftkügelchen sich mehrt. Aber nicht bloss ärmer an Laubgrün zeigen sich die australischen Eukalypten und Proteaceen, sondern dasselbe ruht auch verborgener im Innern des Laubes, weil eine dichte, starre, farblose Oberhaut dieses von beiden Seiten umhüllt und den Farbstoff aus den tiefer liegenden Zellensäften wenig hervorschwimmern lässt. Diese schützende Epidermis, welche den Blättern ihre starre Festigkeit giebt, dient dazu, die Verdunstung des Safts zu beschränken, wie bei den Succulenten, ohne aber hier mit deren strotzender Saftfülle

verbunden zu sein. So geschützt gegen den Wechsel der Jahreszeiten, bestehen die Blätter lange Zeit fort und sind nirgends einer periodischen Zerstörung und Erneuerung unterworfen. Die ganze Organisation, die Trockenheit des Gewebes, der zurückgehaltene Saftumtrieb, die spärliche Ansammlung bildungsfähiger Stoffe, alles dies deutet eine Langsamkeit in der vegetativen Entwicklung an, die dem ungewissen Zuflusse an Feuchtigkeit entspricht, den die Niederschläge dem Boden darbieten. Die wenigen Eukalypten, welche, wie der blaue Gummibaum (*E. globulus*), wegen ihres schnellen Wachstums gerühmt werden, scheinen auf feuchte Thalgründe beschränkt zu sein, wiewohl sie auch trockene Zeiten mit Leichtigkeit ertragen. Denn auf der anderen Seite werden von diesen Pflanzenformen auch alle Vortheile genutzt, welche das Klima ihnen gewährt. Während die Succulenten die feuchte Jahreszeit verwenden, um das Wasser im Gewebe zurückzuhalten und ihre Entwicklungsperiode zu verlängern, nachdem die Zuflüsse von aussen aufgehört haben, verharren die australischen Holzgewächse während der Dürre in demselben Zustande, in dem sie sich gerade befinden. Sie ziehen Gewinn von jedem Niederschlag, der den Boden befeuchtet, sie wachsen fort, so lange diese Einwirkung dauert, und von dem Augenblick an, wo sie anhebt, ohne erst einer Vorbereitung durch Ausbildung neuer Knospen zu bedürfen, weil die alten Organe unverändert fortbestanden. Die Succulenten sind Pflanzen periodischer Klimate, die australischen Hölzer gedeihen im zufälligen Wechsel der Niederschläge, langdauernder Dürre widerstehend, und je nach dem spärlichen oder überflüssigen Mass der Befeuchtung bald zu schwächeren, bald zu lebhafteren Aeusserungen ihres Bildungstriebes erwachend, ohne an einen regelmässig wiederkehrenden Gang der Entwicklung gebunden zu sein. Es giebt ferner noch einige besondere Eigenthümlichkeiten ihrer Organisation, die, wenn sie auch nur in gewissen Familien oder bei einzelnen Gewächsen sich finden, doch als Hilfsmittel betrachtet werden können, um das, was allen gemeinsam ist, noch mehr zu sichern, wodurch denn der Zusammenhang zwischen Klima und Vegetation noch weiter erläutert wird. Dahin zähle ich die von R. Brown zuerst beschriebene Bildung der Spaltöffnungen an den Blättern von Proteaceen [*Banksia Dryandra*]: diese Organe finden sich hier in besondern, durch

Wolle geschützten Vertiefungen auf der unteren Blattfläche, eine Einrichtung, die offenbar bestimmt ist, die Verdunstung, welche von den Spaltöffnungen geregelt wird, zu beschränken. Bei den Casuarinen wiederholt sich dieselbe anatomische Bildung der Oberhaut. Auch konnte man eine ähnliche Organisation schon weit früher am Oleanderstrauch, der unter den immergrünen Gewächsen des südlichen Europas gerade dadurch sich auszeichnet, dass er auch nach dem regenlosen Sommer sein frisches Grün bewahrt und oft erst dann seine Blumen entwickelt. Der ähnliche, aber noch eigenthümlichere Bau der Oberhaut bei den australischen Restiaceen wurde schon früher bei der Kapflora erwähnt.

Grösse und Gestalt des Laubes sind bei den Eukalypten- und Proteaceenformen höchst mannigfaltig: doch sind Theilungen und Gliederungen der Blätter, sogar Einschnitte des Randes selten, Haarbekleidungen, wo sie vorkommen, oft auf die Unterseite beschränkt. Zu den reichen Familien gehören ausser den Myrtaceen, Leguminosen und Proteaceen namentlich die Rutaceen und Epacrideen; mehr als 20 andere Familien liefern ebenfalls Vertreter dieser Laubgestaltung.

Die dritte Charakterform unter den australischen Holzgewächsen ist die der Casuarinen, und eine der wenigen, die auch das indische Meer weithin überschreitet. Rein ausgeprägt ist diese Baumform nur durch die Gattung *Casuarina* selbst, deren Blätter zwar morphologisch angedeutet, aber nicht physiologisch ausgebildet sind, so dass ihre Funktion durch die Oberfläche der zarten, wie beim Schachtelhalm gestreiften Zweige ersetzt werden muss. An sie reihen sich sodann wegen der ausnehmenden Kleinheit ihrer Blattadeln einige australische Coniferen (*Callitris*, *Dacrydium*), während andere in der Bildung ihres Laubes an die Eukalyptus- und Olivenform sich anschliessen (*Phyllocladus*, *Araucaria*). Die Blattlosigkeit der Casuarinen wiederholt sich endlich bei einem allgemein verbreiteten und wegen seines fleischigen Fruchstiels oft erwähnten Santalaceenbaum (*Exocarpus cupressiformis*), sowie in einer Reihe von Sträuchern, theils aus derselben Familie (*Leptomeria*), theils unter den Leguminosen (*Sphaerolobium*, *Viminaria*), die daher in dieser Beziehung mit der Spartiumform des südlichen Europas zu vergleichen sind. Blattlose Holzgewächse haben an sich etwas Paradoxes

und sind auch nur in wenigen Ländern, die sämtlich ein trockenes Klima oder doch trockene Jahreszeiten besitzen, anzutreffen. Denn da die Bäume unter allen Gewächsen die grösste Menge von organischen Nahrungsstoffen bereiten müssen, um den mannigfaltigen Ansprüchen des Organismus nach einem mit der eigenen Grösse wachsenden Massstabe zu genügen, scheint die Fülle der Blätter als derjenigen Organe, in denen das zum Wachsthum nöthige Material entsteht, zu der vielfachen Verwendung desselben in einem angemessenen Verhältniss stehen zu müssen. Allein wenn das Laub nicht abgeworfen wird, fällt das Bedürfniss hinweg, Knospen für die Zukunft zu erzeugen und Nahrungsstoffe für sie abzulagern: die Aufgaben vereinfachen sich also und die Holzbildung selbst kann verlangsamt werden. Unter solchen Bedingungen wird die flache Blattgestalt entbehrlich, die durch ihre grössere Oberfläche eine reichlichere Aufnahme von Nährstoffen aus der Luft bewirkt; sie kann durch Nadeln und sogar durch cylindrische Zweige ersetzt werden. Die blattlosen Holzgewächse Australiens sind daher der einfachste Ausdruck für ein Klima, welches eine langsame Entwicklung des Pflanzenlebens fordert und diese unterbricht, ohne wesentliche Organe zu zerstören. Aber die verminderte Holzerzeugung ist auch den grossen Dimensionen des Organismus hinderlich: blattlose Sträucher finden sich daher weiter auf der Erde verbreitet, als blattlose Bäume, und auch die Casuarinen Australiens bleiben niedrig, einige sind stammlos, eine tropische Art wächst am Wasser. Nur unter den Coniferen dieser Reihe, deren Nadeln zu Schuppen verkürzt sind, kommen hohe Baumgestalten vor, indem die grosse Anzahl der Blattorgane wohl einen Ersatz für ihre Kleinheit bietet.

Die Proteaceenform geht ferner durch Verschmälerung des Blatts zur Nadel in die Erikenform über, die in Australien aber nicht durch Ericaceen, sondern durch mannigfaltige andere Familien vertreten wird (z. B. durch die jenen nahe verwandten Epacrideen, durch Gattungen von Proteaceen, Leguminosen, Myrtaceen u. a.).

Zu den eigenthümlichsten Pflanzenformen Australiens, die nicht einmal das tropische Gebiet dieses Kontinents erreichen, gehören die Xanthorrhoeen oder Grasbäume (*Xanthorrhoea* und *Kingia*), monokotyledonische Gewächse, deren sonderbarer Bau, wo sie zahlreich wie in den südwestlichen Kolonien, auftreten, die Physiognomie der

Landschaft seltsam genug erscheinen lässt. Der Holzstamm ist niedrig und trägt auf seinem Gipfel einen gewaltigen Büschel von groben Grasblättern, ist also gar nicht mit dem Wuchse der Bambusen oder Baumgräser zu vergleichen, weil ihm deren Knoten mit ihrer Blattverzierung fehlen. Zu den höheren Grasbäumen gehört eine von Drummond⁶⁾ beschriebene Xanthorrhoea der Kolonie Swan River (*Blackboy* genannt), deren fussdicker Stamm 10 bis 15 Fuss hoch wird und zuweilen wiederholt gabelig getheilt ist, wobei alle Zweige gleiche Dicke behalten: der Blütenstiel am Gipfel ist fast ebenso hoch als die Pflanze selbst. Am grössten aber werden die Kingien, die in derselben Niederlassung eine Höhe von 20 bis 30 Fuss erreichen. Die meisten Xanthorrhoeen haben jedoch nur einen Stamm von wenigen Füssen, und bei anderen verschwindet dieser ganz wie bei den Zwergpalmen, in welchem Falle diese Pflanzenform in die der rasenbildenden Gräser übergeht. Als physiognomisch bedeutende, vegetabilische Gestaltungen stehen die Grasbäume der Pandanusform Indiens und Oceaniens, oder den Liliaceenbäumen, den Vellosien Brasiliens am nächsten, die sich beide durch die Bildung ihres Blattgewebes unterscheiden. Gerade die Grasrasen am Gipfel der Stämme sind es, welche die klimatische Eigenthümlichkeit Australiens andeuten. Denn das saftarme Gramineenblatt mit seiner kieselreichen Epidermisschicht theilt eben in dieser Beziehung die charakteristische Organisation der übrigen Holzgewächse, und in den trockenen Steppenklimate finden wir überall den Grasrasen noch straffer und daher stärker als anderswo gegen die Verdunstung gepanzert.

Hier haben wir also, noch weiter vermittelt durch die den Grasbäumen verwandten Gattungen *Xerotes* und *Dasypogon*, den Uebergang zu der wichtigsten Pflanzenproduktion Australiens, zu dem Reichthum seines Weidelandes, der auf der Bodenbekleidung durch rasenbildende Gräser beruht, und aus dem mit der Schafzucht zuerst in den entlegensten Küstenlandschaften sich die britischen Ansiedelungen entwickelt haben, die sich nun auf gleicher Grundlage mit reissender Schnelligkeit bis tief in das Innere des tropischen Gebiets ausdehnen und mit wachsenden Verkehrsmitteln auch die Oasen der Wüste erreichen werden. In reicheren Gegenden bildet mit dem Eintritt der Regenzeit die Grasnarbe einen dicht zusammen-

hängenden Wiesenteppich von frischem Grün. Wo das Klima trockener ist, sondern sich zwar die Rasen, aber sie vermögen lange Zeit ihre lebhaftige Farbe zu bewahren, und, wenn sie zuletzt dürr, bräunlich oder gelb werden, mögen sie doch den Heerden noch genügende Nahrung gewähren, vorausgesetzt dass die Niederschläge zur rechten Zeit eintreten, unter denen sie rasch auf's Neue ergrünen. Die weite Verbreitung solchen Weidelandes sollte, wie in Afrika, eine reiche Säugethierfauna erwarten lassen; auch der Name des Känguru-Grases (*Anthistiria australis*), welches R. Brown⁷) als die schätzbarste und häufigste Graminee Australiens bezeichnet, scheint dieses anzudeuten: aber so sehr sich die Menge der einheimischen Thiere dem Einfluss der Heerdenvervielfältigung gegenüber vermindert haben mag, so kann man doch die geringe Zahl der Urbewohner, sowie die Erfahrung, dass keine der Entdeckungsexpeditionen durch die Jagd sich zu erhalten im Stande war, als entscheidenden Beweis gelten lassen, dass die Natur aus ihrem Segen für das Gedeihen der weidenden Beutelhier wenig Nutzen gezogen hat, vielleicht weil deren Fortpflanzung allzusehr erschwert ist. Australien ist in dieser Beziehung mit den Pampas in Südamerika zu vergleichen, wo der Ueberfluss an Nahrungsstoffen auch erst dem einwandernden Europäer zu Gute kam.

Unter dem Blüthenschmuck, der die Gramineen zu begleiten pflegt, sind die Immortellen und die Knollengewächse als bezeichnend für das trockene Klima Australiens hervorzuheben. Die Immortellen (*Helichrysum*) besitzen in der Saftlosigkeit ihrer Blüthen oder Hüllblätter ein Hülfsmittel, der Dürre zu widerstehen, ohne die Befruchtung zu gefährden. Die monokotyledonischen Knollengewächse (Liliaceen, Haemodoraceen, Orchideen) beschränken sich auf die verhältnissmässig kürzeste Vegetationsperiode, um der wichtigsten Lebensfunktion zu genügen, nämlich die Entfaltung ihrer Blüthen möglichst früh vollenden zu können. Die Mannigfaltigkeit der Bildungen in diesem Formenkreise, wie das Kapland sie zeigt, erreicht indessen Australien nicht.

Zeigt sich nun in diesem letztgenannten Verhältniss eine der wenigen Analogieen mit andern Ländern, die ein Steppen- oder Passatklima besitzen, so ist es eine neue Hinweisung auf die Unregelmässigkeit der Niederschläge, wie sehr andere Erzeugnisse

regenloser Jahreszeiten hier zurücktreten oder doch nur auf einzelne Theile des Kontinents beschränkt sind: so die Succulenten Amerikas und Afrikas, die Halophyten Russlands, die Dornsträucher Asiens und Patagoniens. Alle diese Gewächse scheinen eine gesichrtere Periodicität der meteorologischen Lebensbedingungen zu erheischen, als Australien sie bietet. Nur die Halophytenform mit ihren saftigen Blättern charakterisirt auch hier den salzhaltigen Boden, der als ein ehemaliges Seebecken von Spencer's Golf sich nach Norden und nordostwärts bis zu den Zuflüssen des Darling weit in das Innere ausdehnt. Hier fand Mitchell ⁵⁾ die halbsucculenten Chenopodeen, in denen der Salzgehalt den Saft der Blätter zurückhält: eine derselben wird als Salz-Busch bezeichnet (*Rhagodia esculenta*). Aehnliche Blattbildungen werden in anderen Gegenden nur vereinzelt angetroffen (z. B. *Mesembryanthemum* an den Küsten, *Lobelia gibbosa* auf dem Graslande im Herbste). Von ächten Succulenten soll eine fleischige Euphorbie in den Steppen an Spencer's Golf vorkommen. Von Dornsträuchern finde ich in meiner australischen Pflanzensammlung nur wenige Beispiele: doch ist es ein häufiger Fall, dass die Nadeln der Erikenform, steif wie sie sind, in eine stechende Spitze auslaufen.

So durchgreifend die systematischen Verschiedenheiten sind, welche die Vegetationscentren der beiden pflanzenreichsten Gebiete, den Südwesten und Südosten Australiens von einander trennen, so stimmen doch die herrschenden Pflanzenformen überein. Das tropische Gebiet hat ungeachtet seines wärmeren Klimas, wie in Afrika, eine viel weniger artenreiche Vegetation. So wenig eine klimatische Erklärung dieses Verhältnisses möglich scheint, so äussert sich doch in gewissen Pflanzenformen der Einfluss einer erhöhten und gleichmässigeren Wärme. Hier ist eine Reihe von indischen Gewächsen eingewandert, welche das gemässigte Australien nicht erreichen: Müller ⁶⁾ führt an, dass man bereits gegen hundert Baumarten im tropischen Gebiet zähle, die von indischen nicht zu unterscheiden sind, also einem Austausch mit Timor und andern Inseln ihre Ausbreitung verdanken. Eine andere Gruppe von indischen Gattungen wird hier durch besondere, endemische Arten vertreten. Die Grenzen dieser tropischen Bestandtheile, die, wie Fremdlinge, unter die Formen der australischen Vegetation sich einmischen, setzt Hooker ⁹⁾

an der trockeneren Westküste und im Inneren unter den 26., an der feuchteren Ostküste unter den 27. Breitengrad. Wiewohl hier, z. B. an der Moreton-Bay, einige ausgezeichnete Pflanzengrenzen in die Augen fallen, die Pandanusform beginnt und die Araucarien zuerst auftreten, so bleibt doch der Gesamtcharakter der Vegetation bis zum äussersten Norden des Kontinents der nämliche, wie im südlichen Australien. Ueberall bilden Eukalypten und Acacien mit ungetheilter Blattbildung die Masse der grösseren Holzgewächse, Casuarinen und Callitris fehlen nicht, und, wenn der Scrub an Proteaceen und anderen charakteristischen Familien ärmer wird, so erhält sich doch der physiognomische Typus dieser Gesträuchdickichte unverändert. Ganz ähnlich ist das Bild, welches R. Brown¹⁰⁾ von der Ausbeute Sturt's aus dem centralen Gebiete jenseits des Wendekreises entwarf. Es fehlt eben auch dem tropischen Australien an tropischer Feuchtigkeit, und die Gewächsformen der heissen Zone sind daher nur spärlich vertreten und andere fehlen ganz. Das Klima und die tropischen Bestandtheile der Flora erinnern daher an die dürrn Tafellandschaften Indiens und sind nicht mit den Erscheinungen auf dem näher gelegenen malayischen Archipel zu vergleichen. Zu den schwach vertretenen Formen gehören die Laurusform, die Mimoseenform, die Palmen, die Pandaneen, die Farne, die holzigen Lianen und die atmosphärischen Orchideen: es wiederholen sich auch die Palmlianen (*Calamus*), die Cycadeen (*Macrozamia*), die Farnbäume und die flaschenförmig angeschwollenen Stämme der Bombaceenform (*Sterculia sect. Brachychiton*). Gewisse Formen sind auf einzelne Landschaften eingeschränkt: dies erwähnt Müller von einem Pisang (*Musa*), der sehr selten gefunden wird, sowie von den Bambusen, die nur im nördlichen Theil von Arnheim's Land, also in der Breite des Golfs von Carpentaria vorkommen. An der feuchteren Ostküste werden die Farne mannigfaltiger, als anderswo, ja eben hier liegt die Zone der wenigen Farnbäume, die zuweilen eine Höhe von 50 bis 70 Fuss erreichen¹⁾. In dem Umstande, dass die meisten und bedeutendsten Tropenformen sich bis in den Südosten des Kontinents verbreiten, ergiebt sich ebenso sehr, wie aus der gleichmässigen Wiederkehr der herrschenden Formationen im ganzen Kontinent, dass eine Absouderung tropischer und nicht tropischer Vegetationsgebiete in Australien nicht besteht. So findet

sich eine Palme (*Corypha australis*) in Neusüd-wales, Farnbäume noch in Tasmanien, die Südgrenze der Luftorchideen setzt R. Brown erst unter 34° S. B., und der Mangrovewald des Meeresufers fehlt auch der Südküste von Adelaide nicht. Eben den Südosten von Neusüd-wales bis Tasmanien bewohnt der grösste Farnbaum Australiens (*Dicksonia antarctica*), der zugleich nach Müller¹⁾ der Dürre am besten widerstehen soll.

Vegetationsformationen. Waldsavanen, die man Grasland und Gestrüchformationen, die man den Scrub nennt, nehmen den grössten Theil der Oberfläche des australischen Kontinents ein, soweit sich derselbe der Kolonisation geöffnet hat. Indem die Viehzucht dem Graslande folgend sich entwickelte, waren die Ansiedlungen von der Anordnung dieser Formationen abhängig. Eben um sie erweitern zu können, wurde die Entdeckung neuer Grassavanen sowohl im gemässigten, wie im tropischen Australien das Ziel aller Bestrebungen: ein reiches, von der Natur freiwillig dargebotnes Kapital konnte hier verwerthet werden. Seine Schranken aber fand der Fortschritt in dem Scrub, der sich nicht beseitigen liess, und der sich von den Gestrüchformationen des Kaplandes durch die Dichtigkeit und oft durch die Höhe des Wachsthumms unterscheidet. Von den übrigen Formationen hat nur die offene Steppe eine grössere Bedeutung: ihre Grenzen im Innern des Kontinents sind bis jetzt noch sehr unvollständig bekannt.

Das bewaldete Grasland ist eine Eigenthümlichkeit des australischen Bodens. Es sind die offenen, lichten Eukalyptus-Wälder, deren Bäume zu weit von einander entfernt stehen, um sich mit den Kronen zu berühren, deren Laubdach keinen vollen Schatten wirft, und in denen die Erdkrume kein Unterholz, sondern einen zusammenhängenden Wiesenteppich erzeugt¹⁾, eine Grasnarbe mit blüthenreichen Stauden gemischt, die zu Anfang der nassen Jahreszeit sogleich zu frischem, saftigem Rasen hervorspriesst. In rascher Folge wechseln die Blumen: zuerst blühen die monokotyledonischen Knollengewächse, von Woche zu Woche folgen andere Formen, bis tief in die Zeit der Dürre sich zahlreiche Synanthereen und namentlich die Gnaphaliesen (die Immortellen) erhalten. Der Gramineenrasen selbst, sowohl in der Dichtigkeit des Wachsthumms als in der Dauer seines Bestehens von dem feuchteren oder trockeneren Klima abhängig,

erhält sich unter günstigen Bedingungen noch lange Zeit, nachdem die Niederschläge vorüber sind, bis zuletzt eine dürre Steppe übrig bleibt und alles Leben an die Ufer der Creeks zurücktritt. Ausser dem so mannigfaltig abgestuften Grade der Befeuchtung hat auch der Boden einen grossen Antheil an der Güte des Weidegrundes. In Neusüdwaies fand Lbotzky ¹²⁾ die Waldsavanen an die thonreicheren Erdkrumen gebunden, während der Scrub daselbst den Sandboden bezeichnet: allein in der Kolonie Swan River wird nach Drummond ⁶⁾ gerade der letztere vorzugsweise als Grasland benutzt; auch in den dünnen Tafellandschaften des tropischen Australiens scheint der Scrub vom grösseren Thongehalt des Sandsteins abhängig zu sein, aber die Wiesengründe des Südens werden hier auch zu dürrtiger Grassteppe ¹³⁾. Ueber diesem Wiesen- und Steppen-Boden nun erheben sich in ganz Australien die Bäume der Eukalyptusform, so dass, wenn man das Grasland aus einiger Entfernung betrachtet, die Landschaft als Wald erscheint, den man aber, in denselben eintretend, selbst zu Wagen in beliebiger Richtung durchreisen kann. Das helle Licht dieser Wälder, welches offenbar der Vegetation der Gramineen und Kräuter günstig ist, wird durch die senkrechte Stellung der Blattflächen vermehrt, worüber die berühmte Stelle in R. Brown's Schriften folgendermassen lautet ¹⁴⁾: die Eukalypten und die australischen Acacien stimmen darin überein, »dass ihre Blätter, oder diejenigen Theile, welche Blattfunktion verrichten, den Rand gegen den Zweig richten, wodurch also beide Oberflächen dasselbe Verhältniss zum Lichte erhalten; diese Einrichtung, welche bei den Acacien durchgängig stattfindet, ist hier Folge der vertikalen Erweiterung des blattförmigen Blattstiels, während sie bei *Eucalyptus*, wo sie zwar sehr allgemein, aber nicht ohne Ausnahme, eintritt, von einer Drehung des Blattstiels abhängt«. Späterhin ⁷⁾ fügte R. Brown noch die Beobachtung hinzu, dass die senkrechten Blätter auf beiden Flächen Spaltöffnungen tragen, und dass von dieser Eigenthümlichkeit der Organisation der Mangel an Glanz abhängt, der in den australischen Wäldern so auffallend sei. Den Bäumen der Waldsavane, die also nicht sowohl durch ihr Laub, als durch ihren Stamm und ihre lichten Zweigkronen Schatten werfen, kommt vermöge ihrer immergrünen Blätter eine lange Vegetationsperiode zu; in demselben Masse, als ihre Wurzeln tiefer in den Boden reichen,

dauert ihr Saftumtrieb auch längere Zeit fort, nachdem die Regen aufgehört haben; in der Mitte der trockenen Jahreszeit, wenn der Rasen abstirbt, stehen sie nebst den parasitischen Loranthen, die sie tragen, allgemein in ihrem Blumenschmuck. In ihren weiten und regelmässigen Abständen erreichen die Eukalypten oft eine gigantische Höhe, aber auf magerem Boden wechseln sie mit weit niedrigeren, gegen 20 bis höchstens 30 Fuss hohen Baumformen, mit Casuarinen, deren bräunliche Zweige »im Frühjahr sonderbar gegen das saftige Grün des Rasens abstechen«¹¹⁾, sowie mit Acacien, von denen eine Art erwähnt wird, die auf mannshohem Stamm doch noch schirmartig ihre Krone ausbreitet. Das Grasland mit niedrigerem und seltenerem Baumwuchs wird von den Kolonisten Bay of Biscayland genannt: es scheint allmählig in die baumlosen Steppen überzugehen. In anderer Weise ändert sich sodann die dürre Waldsavane des Nordens durch die Holzgewächse aus indischen Gattungen, welche dieser Formation auf dem tropischen Sandsteinplateau eine entschiedene Aehnlichkeit mit den trocknen Landschaften Dekkans verleihen⁹⁾.

Ein organischer Zusammenhang zwischen der Baumvegetation und der Rasendecke des Bodens ist nicht zu bezweifeln, wenn man sieht, wie ein gewisses Gleichgewicht unter diesen beiden Gestaltungen in einem so grossen Theile Australiens besteht. Die dichte Bekleidung des Bodens durch rasenbildende Gewächse lässt die Samen anderer Pflanzen nicht leicht aufkommen. Die Wiesen des Nordens halten sich frei von Holzgewächsen, auch wenn sie sich selbst überlassen sind: Fremdartiges kann die Wachstumsenergie ihres Rasens nicht überwinden. Stauden von ähnlicher Bildung der unterirdischen Organe schmiegen sich in das Geflecht der Gramineen, wogegen den Keimen mit senkrechten, unverzweigten Wurzeltrieben Erdreich und Nahrung entzogen wird. So ist es erklärlich, dass das Unterholz den australischen Waldsavanen fehlt, und dass nur in weiten Zwischenräumen die vereinzelt Bäume, als Gewächse von überwiegender Lebenskraft, zur Entwicklung gelangen. Die Gramineen und einige ihnen nahe stehende Familien bedürfen einer verhältnissmässig grossen Menge mineralischer Nährstoffe und namentlich der Kieselsäure. Aber in dieser Beziehung stehen die Grasebenen Australiens unter anderen Bedingungen, als die Wiesen

Europas, denen sie übrigens in so vielfachen Beziehungen ihrer Bildungsweise ähnlich sind. Die Wiesen, wie sie im Norden die Flüsse begleiten und über deren Ueberschwemmungsgebiet sich ausdehnen, sind auf das fliessende Wasser angewiesen, um die dem Graswuchs entsprechende Menge mineralischer Bestandtheile zu empfangen, welche in den Quellgebieten unaufhörlich aus dem Innern der Erde geschöpft werden. Die Waldwiesen sogar verdanken ihre Entstehung oft nur dem Rinnal eines Baches, welcher in den Tiefen der Gebirgstrücken seinen Ursprung hat. Solche Zuflüsse sind in Australien nicht vorhanden, am wenigsten dauernd ergiebige, und hier gerade ist das Grasland von Flusslinien unabhängig und über grosse Tiefen weitläufig ausgedehnt. Ernähren sich also hier die Gramineen nur aus der oberflächlichen Erdschicht, in welche ihre Wurzelgeflechte eindringen, so reichen dagegen die Organe der hochstämmigen Bäume zu einer verhältnissmässig viel grösseren Tiefe und haben daher einen weiteren Spielraum, der Erde Mineralstoffe zu entziehen und auf ihren Blättern abzulagern. Das Laub aber wird dadurch, nachdem es endlich abgeworfen und verwest ist, auf die oberflächliche Erdschicht und auf den Grasrasen wohlthätig einwirken. Die Bäume erweitern die Vorräthe der unorganischen Natur, zwischen ihnen und den Gramineen hat sich allmählig jenes Gleichgewicht hergestellt, wie wir es vor Augen haben. Die Bäume werden, je nach den Schollen wechselnd, dort vorzugsweise keimen und gedeihen, wo das tiefere Erdreich von früheren Generationen noch unberührt war, aber nach langen, unermesslichen Zeiträumen müssen endlich auch die letzten Bodenschichten, die von ihren Wurzeln berührt werden können, sich erschöpfen: so mag zuletzt der Wald mit seinen reichen Gründen durch den Scrub verdrängt werden oder in öde Steppe sich verwandeln. Die Waldsavanen Australiens scheinen daher, auch wenn die Kultur sie nicht antastet, zu den Formationen von säkularem Wechsel zu gehören, während die Gebirgslandschaften der Erde unvergängliche Bestände erzeugen können, weil ihre letzten Nahrungsquellen, die Gesteine, die das Wasser auslaugt, in grösserer Tiefe liegen.

Der Charakter des Scrub oder der australischen Gesträuchdichte beruht darauf, dass der Erdboden unter Ausschluss von Kräutern und Gräsern dicht mit den verschlungenen Sträuchern der

Proteaceen- und Erikenform bedeckt ist, aus denen hier und da auch wohl Bäume hervorragen. Diese Holzgewächse sind von sehr verschiedener Höhe, einzelne Eukalypten wetteifern mit den Bäumen in der Waldsavane, an anderen Orten [z. B. auf den Sand-plains von Südastralien¹¹⁾] bleibt der ganze Scrub unter Mannshöhe zurück. Pflanzen der verschiedensten Familien treffen im äusseren Ansehen so zusammen, dass sie ohne Blüthe und Frucht nicht sicher zu unterscheiden sind. Die Grenzen der Gestaltung sind eng gezogen: nur in der Blattgestalt gestattet die Natur sich eine grössere Mannigfaltigkeit, vom Eirund durch die Lanzettform bis zur Nadel, von der dichtesten Gedrängtheit durch alle möglichen Nüancen bis zum kahlen, blattlosen Zweige. Während das Grasland bei scheinbarem Reichthum nur wenige, gesellige Arten besitzt und diese auf weiteren Räumen in auffallender Uebereinstimmung, findet sich im Scrub eine unendlich viel grössere Mannigfaltigkeit; der höchst einförmige Habitus verbirgt die grösste Fülle der Gestaltungen im Einzelnen; jede Oertlichkeit hat ihre eigenthümlichen Bildungen vor anderen voraus, die scheinbar ganz dieselben Verhältnisse darbieten; einzelne Gattungen sind hier an Arten unerschöpflich zu nennen (*Eucalyptus*, *Acacia*, *Melaleuca*, *Pimelea*, *Grevillea*, *Hakea* u. a.). Die Bestandtheile des Scrub übrigens im Einzelnen aufzählen, hiesse die Dikotyledonen der australischen Flora zum grossen Theil zusammensetzen. Dennoch stellt sich das Ganze immer als dasselbe einförmige, undurchdringliche, unheimliche Dickicht dar. Selbst die Regenzeit ändert wenig an diesem physiognomischen Bilde: »es kann wenig welken, wo wenig spriesst, und jeder Monat sieht dasselbe wüste Gedränge starrer, saftloser und unter einander grösstentheils übereinstimmender Formen«¹¹⁾. Wie bei den Bäumen der Waldsavanen wird auch hier die nasse Jahreszeit vorzüglich zum Wachsthum der vegetativen Organe verwendet und die meisten Sträucher blühen erst, nachdem die Regen vorüber sind. Aber doch ist der Scrub in keinem Monate ganz ohne Blumen: in der nassen Jahreszeit blühen namentlich die so mannigfaltigen Epacrideen. Späterhin »sieht man dann mit Erstaunen, wie das heideartige Gestrüpp, das oft in seiner einförmigen Sonderbarkeit nur wenige Arten desselben Geschlechts verhies, sich plötzlich mit Blüthen des verschiedensten Baus schmückt«, die nun unter stetem Wechsel, aber allmähiger

Abnahme bis zum Schlusse der trockenen Jahrszeit sich unaufhörlich erneuern.

Im Scrub ist demnach die periodische, nach der Zeit der Niederschläge geordnete Entfaltung viel weniger scharf ausgesprochen, als in den Waldsavanen, wo die Stauden und Gräser der Dürre erliegen. In dem tiefen Dunkel dicht verschlungener Zweige kann das Licht nicht wirken, welches die Vegetation des Graslandes beleuchtet, und wodurch das Wachsthum in der wärmeren Jahrszeit beschleunigt wird. Die Entwicklung muss langsamer sein, wenn nur die oberen Blätter durch die Sonne in regere Thätigkeit versetzt werden, und wenn der Saftumtrieb vermöge der Kleinheit und Festigkeit der Blätter stockt. So sind also die Lebensbedingungen des Scrub und der Waldsavanen gerade entgegengesetzt, und es ist begreiflich, dass beide Formationen sich räumlich so streng von einander absondern. Die ursprüngliche Anordnung mag vom Boden und dessen Kraft, die Feuchtigkeit zurückzuhalten, bedingt sein, aber in der Folge sind es die Organe der Gewächse selbst, die entweder helles Licht zulassen oder tiefen Schatten verbreiten.

Bei der verschiedensten topographischen Gliederung, aber oft über unermessliche Räume ausgedehnt, ist der Scrub der Fluch, wie die Waldsavane der Segen des Landes. Eine unbenutzbare und undurchdringliche Einöde von Sträuchern, die selbst das Feuer nicht zu vertilgen im Stande ist, stellt sich der menschlichen Kultur oft als unbesiegbare Schranke entgegen. Der Scrub nicht minder, als die wasserlose Wüste ist lange Zeit das Hinderniss gewesen, in das Innere des Kontinents einzudringen, ja nur die an entfernten Küstenpunkten aufblühenden Ansiedelungen durch Ueberlandwege zu verknüpfen. Auch im tropischen Australien sieht man aus Leichhardt's Bericht¹⁵⁾, wie dieser energische Reisende, der zum ersten Male von der Ost- zur Nordküste den Kontinent durchwanderte, oft Wochen und Monate von undurchdringlichen Scrubdickichten aufgehalten wurde und diese Schwierigkeit nur dadurch besiegte, dass er sie umging und die Flusslinien aufsuchte, die zuweilen ihm mühsame Wege bahnten, aber auch nicht selten von der beabsichtigten Richtung ablenkten. Wo die australische Natur in den eigenthümlichsten und mannigfaltigen Bildungen des Pflanzenlebens sich gefällt, scheint sie dem Menschen den Zutritt zu ihren geheimen Werkstätten abzuschneiden.

Den vollen Reichthum systematischer Mannigfaltigkeit erreicht der Scrub erst jenseits des Wendekreises, aber das Physiognomische wird nicht sowohl hiedurch, als durch die Aufnahme bestimmter Baumformen geändert, was denn zur Unterscheidung einiger besonderer Arten von Scrubformationen Veranlassung gegeben hat. Der Callitris-Scrub (*Pine forest*), dem diese Coniferengattung beigemischt ist, findet sich bis nach Südastralien verbreitet. Ueber den Brigalow-Scrub bemerkt F. Müller¹³⁾, dass derselbe aus den verschiedensten kleinen Bäumen und Sträuchern bestehe, unter denen indische Gattungen zahlreich vertreten sind: diese Formation charakterisirt die aus Sandstein gebildeten Hochflächen, die sich westwärts von dem Küstengebirge durch ganz Queensland erstrecken und südlich über den Wendekreis hinausreichen: so soll dieser Brigalow-Scrub, im Norden am Burdekin beginnend, bis zu den Zuflüssen des Darling (also etwa 18⁰—28⁰ S. B.) und südwestlich bis in die Gegend des Cooper River, zur centralen Wüste sich ausdehnen, würde also auch dazu beitragen, die Grenzen der tropischen und ekotropischen Vegetation in Australien zu verwischen. Zu dieser Formation gehört auch jene Bombacee (*Brachychiton* S. 214), die, wo sie auftritt, dem Scrub den Namen Flaschenbaum-scrub verschafft hat (*Bottle-tree-scrub*).

Ein gemischtes Walddickicht (*Brushwood*), aus schattenden, gedrängt wachsenden Bäumen gebildet, bezeichnet die feuchten Standorte der Creek-Thäler. Hier treten mit üppigem Wachstum die Pflanzenformen auf, die am weitesten von dem allgemeinen Charakter der australischen Vegetation abweichen: in Neustidwales findet man hier zwar die Eukalyptusform (z. B. vertreten durch die Magnoliacee *Tasmania*), aber hier wachsen auch die Palmen (*Corypha* und *Seuforthia*), die Farnbäume und eine baumartige Liliacee (*Doryanthes*). In Südastralien trifft man am Ufer der Creeks Eukalypten von gewaltiger Grösse: Stämme von acht Fuss Durchmesser sind sehr gewöhnlich¹¹⁾. Nur an Feuchtigkeit fehlt es dem australischen Boden, um tropische Ueppigkeit des Wachsthum hervorzu bringen. So ist es auch nur diese Formation, welche, durch fließendes oder im Sumpfboden zurückgehaltenes Wasser ernährt, die australische Flora mit den Wäldern Neuseelands, jedoch ohne irgend eine Uebereinstimmung in den Baumarten, bis zu einem gewissen Grade zu verknüpfen scheint.

Einen ähnlichen Einfluss auf den Charakter der Wälder können auch günstig gelegene Gebirgsabhänge erfahren, wenn sie stärker und stetiger von Niederschlägen getränkt werden. Hierin besteht die Eigentümlichkeit des dichten Cedrela-Walds [*Cedar country*¹⁶⁾] in Queensland, welcher die östlichen Gehänge der Küstenkette bekleidet, wo die indischen Bestandtheile der Flora am reichhaltigsten auftreten, wo zu reichen Laubkronen von tropischen Blattgestalten Palmlianen hinaufranken und mit anderen Schlinggewächsen ein unzugängliches Dickicht gebildet wird, in dessen Schatten die Farne, auf dessen Verzweigungen die Luftorchideen gedeihen, aber wo auch hochstämmige Araucarien mit den Meliaceen, Rubiaceen, Laurineen und vielen anderen dikotyledonischen Bäumen gemischt wachsen. So zeigt sich auch in dem dürrn Australien, wie der geneigte Boden dem vom Meere wehenden Passatwinde die Feuchtigkeit entzieht und für die Zwecke des Pflanzenlebens verwerthet. Auch gilt Aehnliches von den übrigen Gebirgslandschaften des Kontinents, die grösstentheils auf den Südosten und auf Tasmanien beschränkt sind, indem mit der zunehmenden Bedeutung der Flüsse auch feuchtere Wälder häufiger vorkommen. Aber diese geschlossenen Bestände werden im Süden allmählig einförmiger, weil das kältere Klima nach und nach tropische Formen ausscheidet: Coniferen und einige hochstämmige Eukalypten sind nun überwiegend. Auf dem hohen Gebirge von Victoria wiederholt sich die Flora der Insel Tasmanien, wo, an den Abhängen des Mount Wellington, Darwin einen herrlichen Wald mit düsterem Schatten und in den feuchten Schluchten die schönsten Farnbäume antraf¹⁷⁾, wo an den westlichen Küstenflüssen die kräftigen, 80—100 Fuss hohen Stämme der Huonfichte (*Dacrydium Franklinii*) auftreten. Wenn der Passatwind der Tropen nur bei einer angemessenen Richtung der Bergketten und nur an den ihm zugewendeten Gehängen den Wasserdampf abgiebt, den er vom Meere herbeiführt, so haben dagegen die Gebirge der gemässigten Zone den Vorzug, dass der Wechsel der herrschenden Luftströmungen sie von verschiedenen Seiten aus befeuchten kann. Dieses Verhältniss wird noch gesteigert durch die insulare Lage Tasmaniens, wo daher jede atmosphärische Strömung ein Seewind ist, der nicht bloss die Feuchtigkeit sammelt, sondern auch die Temperaturgegensätze mässigt. Dies sind die Bedingungen, unter denen hier die

Farnbäume den 42. Breitengrad überschreiten, während andere Tropenformen, wie die Palmen, in Tasmanien nicht mehr fortkommen.

Wie sehr durch die tropischen Regen und die feuchten See-
winde die Flora an Holzgewächsen bereichert wird, erkennt man an
der Vertheilung der Bäume in Australien. F. Müller¹⁾ zählt gegen
950 Arten auf, die eine Höhe von wenigstens 30 Fuss erreichen,
von denen mehr als die Hälfte (526) in Queensland, über ein Drittel
(385) in Neusüdwaies einheimisch sind. Diese Ziffern sinken im
Südwesten (88) und in Südaustralien (63) unter hundert, im Innern
unter dreissig (29) herab, aber auch in Tasmanien, wo durch die
höhere Breite und die insulare Lage die Flora sich vereinfacht, wur-
den noch nicht siebenzig Baumarten (66) angetroffen. Die grösste
Stammhöhe zeichnet zuweilen den Baumwuchs in abgelegenen, feuch-
ten Gebirgsschluchten von Victoria aus: einzelne Individuen eines
Eukalyptus (*E. amygdalina*) sind hier auf nicht weniger als 470 Fuss
geschätzt worden^{1b)} und scheinen daher den höchsten Bäumen der
Erde, den kalifornischen Wellingtonien, gleich zu stehen.

Je mehr man sich den regenärmeren Gegenden des innern
und westlichen Australiens nähert, desto seltener werden die Holz-
gewächse, und es beginnen die grossen baumlosen Steppen (*open
downs* und *desert*). Von Sydney aus gelangt man jenseits der blauen
Berge bald zu den wellenförmigen Ebenen von Bathurst, die, von
allem Baumwuchs entblösst, doch als Weideland grossen Werth be-
sitzen. Man kann solche Gegenden, die trockener sind, als die
Waldsavanen, als die Grassteppen Australiens bezeichnen, da der
Boden, wie dort, von einer Rasendecke mit eingemischten Stauden
bekleidet wird. Auch im tropischen Gebiet ist diese Formation
häufig und von grossem Werth: F. Müller beschreibt sie hier^{1c)}, wie
sie bald mit wüsten Landschaften, bald mit dem Brigalow-Scrub ab-
wechseln, und, wiewohl den grössten Theil des Jahrs hindurch völlig
wasserlos, doch, indem sie vermöge ihrer reichen Erdkrume den
Regen aufsaugen, zu dieser Zeit eine üppige Vegetation von Kräutern
hervorbringen.

Die ärmeren Erdkrumen, wo die Feuchtigkeit nicht zurück-
gehalten wird, oder wo die Niederschläge zu selten stattfinden, ver-
knüpfen die Grassteppe mit dem nackten Wüstenboden Australiens.
Die Vegetation wird hier fast ausschliesslich durch die Bestandtheile

des Erdreichs bestimmt. In den wasserlosen Umgebungen des Torrensbeckens in Südastralien, wie in den öden Gegenden des Nordwestens wechseln sandige, thonige und salzhaltige Erdkrumen, und hievon ist es abhängig, ob Stauden und Gräser (*Spinifex*), oder ob niedrigere Sträucher und an diesen die fleischigen Blätter der Chenopodeen und Zygophylleen, oder die harten Lauborgane der Proteaceenform auftreten. Die Proteaceen, von denen doch auch eine Art vorkommt (*Hakea stricta*), werden allgemeiner durch eine Myoporinee (*Eremophila*) ersetzt, die blattlose Spartiumform durch eine Santalacee (*Exocarpus aphyllus*).

In Australien wiederholen sich demnach dieselben Erscheinungen, wie im asiatischen Steppengebiet. Auch hier lassen sich die Grassteppen von den Sandsteppen, diese wieder von der Halophytenformation der Salzsteppe unterscheiden, bis zuletzt die regenlose Wüste dem Pflanzenleben ein Ziel setzt. Auch sind die charakteristischen Familien der australischen Flora in den Steppen so spärlich vertreten, dass hier die eigenthümliche Physiognomie des Kontinents oft fast ganz verloren geht. Die Aehnlichkeit der einförmigsten Lebensbedingungen lässt leichter, als anderswo, eine Einwanderung aus der Ferne zu, und, so entschieden auch in diesen dürftigsten Landschaften Australiens die Masse der Pflanzenarten noch immer endemisch bleibt, so wird doch in gewissen Grassteppen eine Verbena Südamerikas (*V. bonariensis*) so sehr vorherrschend, dass Leichhardt¹⁹⁾ solche Gegenden als Verbena-Ebenen (*Vervain-plains*) bezeichnete.

Die räumliche Anordnung der australischen Steppen und Wüsten erheischt eine besondere Erläuterung. Die Entdeckungsreisen lassen zwar noch immer einen sehr grossen Theil des Innern unaufgeschlossen, aber sie gestatten doch gegenwärtig bis zu einem gewissen Grade den Umfang des bewohnbaren Landes zu erkennen. Anfangs glaubte man, dass nur die Küstenlandschaften kolonisierbar seien, und dass tiefer landeinwärts wasserlose Wüste, gleich der Sahara, über den ganzen Kontinent sich ausdehne. Die verschiedensten Unternehmungen, in das Innere einzudringen, im Süden, wie im Norden und Westen, wurden durch völligen Wassermangel zurückgewiesen. Seitdem man die verschiedene Periode der Regenzeiten in den gemässigten und tropischen Breiten benutzen lernte.

sind die Erfolge der Entdeckungsreisen so grossartig gewesen, dass Manche geneigt sind, den ganzen Kontinent für zugänglich und bewohnbar zu halten. Man muss sich indessen hüten, hierin zu weit zu gehen. Ein grosser Theil der östlichen Hälfte Australiens hat in der That weit günstigere Verhältnisse gezeigt, als man früher erwartete: allein man darf nicht vergessen, dass es im Südwesten, weder vom Swan River noch von King George's Sound aus gelungen ist erheblich vorzudringen, dass im Nordwesten wasserlose Ebenen auftreten, die nicht zu überschreiten waren, und dass zwischen Südaustralien und den Quellgebieten und Oasen im Mittelpunkte des Kontinents sich die fast unzugänglichen Landschaften des Torrensbeckens einschalten. Durch solche Betrachtungen wird man zu der Auffassung geführt, dass die westliche Hälfte des Kontinents abgesehen von den feuchteren Küstenlandschaften regenärmer und also wüster ist als die östliche. Die wesentliche Uebereinstimmung aber, die sich in der Vegetation der tropischen und ekotropischen Steppen bis zur Südküste hin gezeigt hat, deutet in dieser Beziehung auf übereinstimmende Verhältnisse zu beiden Seiten des Wendekreises. Es ist einleuchtend, dass die Anordnung der Steppen zum Theil auf der geognostischen Bildung des Kontinents beruht. Ehemalige Seebecken, wie in Südaustralien, die den Salzgehalt im Boden zurückliessen, rufen die Halophyten in's Dasein. Die Beschaffenheit der Erdkrumen, welche die verschiedenen Steppen von einander absondert, ist von den Gesteinen abhängig, aus deren Zersetzung sie entstanden sind. Allein auch klimatische Einflüsse lassen sich in der Vertheilung der Steppen nicht verkennen. Diese sind es, wodurch die Westhälfte des Kontinents gegen den Osten zurücksteht, nicht bloss weil sie gebirgslos ist und aus tiefen Ebenen oder doch nur niedrigen Hochflächen zu bestehen scheint, sondern auch wegen ihrer Lage gegen den Passat, den sie als trockenen Landwind empfängt, nachdem er den Wasserdampf des stillen Meers längst verloren hat. In der Richtung dieser herrschenden Luftströmungen also, wo von Südosten nach Nordwesten der Kontinent die grösste Ausdehnung hat, sind unter übrigens gleichen Verhältnissen die wenigsten Niederschläge, die grössten Steppen und Wüsten zu erwarten. Dieser klimatische Zusammenhang lässt sich schon jetzt ziemlich deutlich erkennen. Noch ehe der Passat eine dauernde

Luftströmung wird, treffen wir hier schon im äussersten Südosten die Steppen des Murray und Darling, denen durch die vorliegenden australischen Alpen die pacifische Feuchtigkeit entzogen ist. Weiterhin folgen in nordwestlicher Richtung die wasserlosen Gegenden am Eyre, und damit beginnt die Zone des anhaltenden Südostpassats, welche nach Stuart's Aufzeichnungen in diesen Meridianen den ganzen Raum vom 29. bis 19.° S. B. einnimmt²⁰⁾. Endlich, nach einer weiten Lücke unbekannter Landstriche, trifft man in derselben Richtung auf die wasserlose Wüste (18½° S. B.), welche Gregory verhinderte, vom Victoria River südostwärts weiter in das Innere vorzudringen²¹⁾. Hier tritt dann zuletzt der Wendepunkt ein, wo der tropische Nordwestmonsun im Sommer sich fühlbar macht und eine fruchtbare Küstenzone ausscheidet. Aus so allgemeinen Gesichtspunkten lässt sich nun zwar ein Theil der Ursachen entnehmen, weshalb die dem stillen Meere zugewendete Seite Australiens klimatisch bevorzugt ist: aber da andere Verhältnisse mitwirken, wäre es voreilig, die Anordnung der Steppen hierauf allein begründen zu wollen. So hat das Aufhören der Winterregen im Inneren von Swan River eine eigenthümliche Bedeutung. Hier beginnen jenseits der Darling-Berge öde Landschaften, wo zwar in allen Monaten, aber nur vereinzelte Gewitterschauer fallen. Diese Wasserarmuth, welche es bis jetzt nicht erlaubt hat, weiter als etwa 100 g. M. nach Osten von jener Kolonie aus vorzudringen²²⁾, möchte vielleicht darauf beruhen, dass in diesen flachen Gegenden der trockene Passat sich noch jenseits des 30. Breitegrads bis nahe zur Südküste zu einer dauernden Luftströmung entwickelt.

Die Formationen des Sumpfbodens und die Mangrovewaldungen der Küste unterscheiden sich nicht von den entsprechenden Bildungen anderer Vegetationsgebiete. Wenn die gemischten Baumgruppen in den Creekthälern da entstehen, wo Wasser sich sammelt, so bildet sich eine Rasendecke von Cyperaceen und anderen Sumpfpflanzen, wo nur die Erdkrume die Feuchtigkeit zurückhält. In der nassen Periode überschwemmt, vollenden sie ihr Wachsthum erst spät in der trockenen Jahreszeit, und die Marschen bewahren daher ihr Grün, wenn der Rasen der Waldsavane verdorrt ist. Wie wenig auch die Natur in Australien für die Ernährung des Menschen geleistet hat, wie sehr es dem Eingebornen an essbaren Früchten und anderen

Nahrungsmitteln fehlt, so ist doch für die weidenden Säugethiere kein ähnlicher Mangel zu spüren. Wenn gegen das Ende der trockenen Jahreszeit die Nahrung in den Waldsavanen spärlicher wird, stehen die Marschniederungen noch in frischem Wachstume, und ebenso erhalten sich in der Salzsteppe die fleischigen Blätter der Halophyten, die den Heerden ein werthvolles Futter bieten können. Aber freilich sind die Marschen von sehr ungleichem Werth. Am Golf von Carpentaria rühmt Stuart die tropische Ueppigkeit des Graswuchses der Savane²³⁾: an den Bächen und auf dem Humusboden in der Umgebung eines grossen Süsswassersumpfes »gleiche die Grasdecke einem dichten Felde grünen Weizens, und an feuchten Stellen reiche es dem Reiter bis an die Schulter«. Welchen Gegensatz gegen solche Schilderungen bieten die unzugänglichen Salzsümpfe in Südaustralien und die Rohrformationen, die in den verschiedensten Theilen des Kontinents vorkommen, und, aus derselben Graminee, wie in Europa, gebildet (aus *Arundo Phragmites*), ein ausgezeichnetes Beispiel von der weiten Verbreitung der an das Wasser gebundenen Gewächse und der Uebereinstimmung der Sumpfvegetation überhaupt liefern.

Vegetationscentren. Die meisten Pflanzen Australiens gehören zu endemischen Gattungen, von allen Ländern der Erde ist nur die Südspitze Afrikas mit einem solchen Endemismus zu vergleichen, und auch hier sind es nicht Monotypen und Bildungen von unbestimmter systematischer Stellung, sondern in der Regel grosse Reihen von ähnlichem Blütenbau, worin die Eigenthümlichkeit der Vegetationscentren sich äussert. Der allgemeinste Charakter in der Organisation der australischen Flora besteht darin, dass in der Reihe der vorherrschenden Familien²⁴⁾ die Myrtaceen den zweiten, die Proteaceen den dritten, die Epacrideen den siebenten und die Goodeniaceen den achten Platz einnehmen. Alle diese Pflanzengruppen erreichen die grösste Artenzahl in den südwestlichen Küstenlandschaften und nehmen in dem tropischen Australien sehr erheblich an Bedeutung ab. Die Eigenthümlichkeit der Flora ist also da am entschiedensten ausgeprägt, wo die geographische Entfernung anderer Vegetationsgebiete die grösste ist und die Vermischung mit ihnen daher am meisten durch den Ocean erschwert wird. Aber diese südwestlichen Centren sind auch landeinwärts auf vielfache Weise

abgeschlossen und vor dem Austausch mit fremdartigen Erzeugnissen bewahrt. Auf engem Raume längs der Küste zusammengedrängt, grenzen sie ostwärts an wasserlose Ebenen, von denen ihre Vegetation nicht leicht überschritten werden kann. An der Nordwestküste wechseln trockenere und feuchtere Landschaften, wo die tropischen Jahreszeiten mit denen am Swan River nicht mehr übereinstimmen, und schon ehe man diese Gegenden erreicht, hat in der trockenen Wendekreiszone der Reichtum der südlicheren Breiten sich längst verloren. Der Scrub, der die meisten Bestandtheile der Flora enthält, ist eine Formation, die wegen der Dichtigkeit ihres Wuchses, wo ein Strauch von dem anderen Schutz, Schatten und Stütze empfängt, zu abgesonderter Verbreitung des Einzelnen sich wenig eignet, während die Gewächse der offenen Landschaft wiederum nicht leicht die Schranke überwinden, welche so ausgedehnte Dickichte von Holzgewächsen ihrer Wanderung entgegenstellen. Endlich sind es auch die vom Inneren des Kontinents abweichenden geognostischen Verhältnisse der Küstenlandschaften, welche den Boden und die Vegetation des Südwestens beeinflussen und zu dessen abgesonderter Stellung beitragen.

R. Brown war auch hier der Erste, der die Selbständigkeit der Vegetationscentren von Swan River und King George's Sound erkannte⁷⁾. Er bemerkt, freilich nach unzureichenden Sammlungen, dass dieser Theil der Westküste wahrscheinlich nur wenige Arten mit derselben Parallele der Ostküste gemein habe. Auch war ihm bereits bekannt, dass an der Südwestküste die grösste Zahl von Gattungen vorkommt, die das eigenthümliche Gepräge der australischen Organisation an sich tragen. Noch weiter in der Auffassung gesonderter Vegetationscentren ist Drummond⁶⁾ gegangen, der, von einer Reise nach King George's Sound zurtückkehrend, behauptete, dass daselbst eine sehr grosse Anzahl von Pflanzen aufträte, die, in der Entfernung von nur drei Breitengraden, am Swan River nicht bekannt seien. Alle diese Thatsachen sind von Hooker⁸⁾, der über das umfassendste Material gebot, vollständig bestätigt und bedeutend erweitert worden. Nur die Anzahl der dem Südwesten und Südosten gemeinsamen Arten war von R. Brown zu gering angeschlagen: sie beläuft sich nach Hooker auf zehn Procent der Gesamtzahl, aber die grossen endemischen Gattungen sind sehr spärlich dabei

vertreten, keine Acacie und kein Eukalyptus wurden von einer Küste zur andern verbreitet gefunden. Wenn Hooker ferner, die Angaben Drummond's bestätigend, anführt, dass die Uebereinstimmung zwischen Victoria und Tasmauien bei Weitem grösser sei, als zwischen King George's Sound und Swan River, so muss man freilich die Vorstellung aufgeben, dass in allen Fällen das Meer die Vegetationscentren entschiedener trenne als das Festland: ein schmaler Meeresarm kann auch zu Verbindungen dienen und ist für die Ansiedelung der Gewächse an seinen Küsten kein solches Hinderniss, wie ein Scrub, dessen Bestandtheile sich nicht von einander lösen, oder eine ungleiche Beschaffenheit des Bodens, wie sie Drummond im Auge zu haben scheint, indem er sagt, dass eine morastige Fläche ihm die grosse Ausbeute endemischer Arten am King George's Sound geliefert habe.

Es kann also als ausgemacht gelten, dass nirgends in Australien in gleichem Grade, wie im südwestlichsten Winkel dieses Continents, die Vegetationscentren ihren ursprünglichen Zustand bewahrt haben. Sie blieben hier gesondert, wie die Inseln eines Archipels und von dem Festlande abgeschlossen, als lägen sie mitten in einem grossen Ocean. Hiedurch erhalten diese Landschaften ein besonderes Interesse für die Begründung unserer Vorstellungen über den Ursprung der organischen Natur, indem sie auf's Neue zeigen, dass dieselben Gesetze, welche in Bezug auf die geographische Sonderung der Arten von den endemischen Archipeln abgeleitet wurden, auch für die kontinentalen Vegetationscentren gültig sind.

Hier ist nun zuerst näher auf den Reichthum der südwestlichen Flora einzugehen, der mit der Kleinheit der Wohnbezirke der einzelnen Arten in so naher Beziehung steht. Die Küstenlandschaft von Swan River und King George's Sound hat dem Hooker'schen Gesamtkatalog der australischen Flora 3600 Arten geliefert⁹⁾, der Südosten 3000, das tropische Gebiet 2200: hiezu kommen noch die in Südaustralien beobachteten Pflanzen, welche so gering an Zahl und so wenig eigenthümlich sind, dass sie als von anderen Vegetationscentren eingewandert gelten können. Von den 8000 Phanerogamen, die Hooker damals bekannt geworden waren, gehören weniger als 1000 Arten zwei oder mehreren Abschnitten des Continents zugleich an, über 7000 sind in einem der drei Hauptgebiete endemisch

geblieben. Betrachtet man jedes derselben als eine Gruppe von Vegetationscentren, so ist die ungleiche Vertheilung höchst auffallend. Der Raum, wo die Sammlungen aus den südwestlichen Kolonien zusammengebracht wurden, kann nicht wohl grösser als zu 1000 g. Quadratmeilen geschätzt werden²⁵⁾. Zwanzigfach so gross ist der Umfang des südöstlichen Gebiets, indem der grösste Theil von Neusüdwaies, Victoria und Tasmanien botanisch untersucht worden ist. Und das tropische Australien ist mit Einschluss der wasserlosen und unbekanntenen Theile des Kontinents beinahe sechsmal grösser als der Südosten. Nach der Ergiebigkeit ihrer Vegetationscentren würden sich die drei Gebiete wie 18 : 15 : 11, nach ihrer Grösse wie 1 : 20 : 119 verhalten. Wenn man den Ort, wo das erste Individuum einer bestimmten Pflanze entstanden gedacht wird, als ihr Centrum bezeichnet, so könnte man die Anordnung dieser Punkte mit der Vertheilung der Sterne vergleichen, die in gewissen Regionen des Firmaments dicht gedrängt erscheinen, in anderen weite, dunkle Räume übrig lassen. An sich hat diese räthselhafte Ungleichheit indessen nichts den Erfahrungen aus anderen Ländern Widersprechendes: denn wie wir endemische und nicht endemische Inseln unterscheiden müssen, so ist auch auf den Kontinenten eine nicht minder regellose Anordnung der Vegetationscentren zu erwarten. Allein je weniger sich hiebei klimatische oder andere physische Bedingungen erkennen lassen, die noch heutzutage wirksam sind, so findet man sich in jedem solchen Falle um so stärker aufgefordert, nach geologischen Ursachen zu forschen.

Australien besteht aus einem centralen, nach Süden am Spencer's Golf geöffneten Tieflande und aus einem breiten Wall älterer Gesteine, welcher dieses mittlere Gebiet von den übrigen Seiten halbkreisförmig einschliesst. In dem centralen Depressionsgebiete Südaustraliens werden allgemein die Ueberreste lebender oceanischer Mollusken angetroffen⁹⁾. Dieser Theil des Kontinents ist also erst in der jetzigen Erdperiode gehoben, und ebenso sind auch hier keine Vegetationscentren nachgewiesen, sondern die Pflanzen erscheinen als von auswärts eingewandert. Aus dem Charakter der Vegetation darf man schliessen, dass sich hier aus den Nachbarländern nur einzelne Gewächse ansiedelten und zwar solche, die sich am leichtesten verbreiten und nun auf dem neu entstandenen Boden ihr Gedeihen

fanden. In der Sammlung, welche von der ersten Stuart'schen Expedition aus dem Innern von Südastralien herrührt, bemerkte F. Müller ²⁶⁾ kaum irgend eine Art, die den dichten Scrubformationen eigen ist. Epacrideen fehlten ganz, Proteaceen waren spärlich, ebenso die Myrtaceen: allein so klein auch die Artenzahl aus dieser letzteren Familie sich zeigte, so bestand doch der grösste Theil der Bäume auch hier aus Eukalypten. Dieses centrale Gebiet muss also ein mächtiges Hinderniss für die Vermischung der östlichen und westlichen Vegetationscentren in den gemässigten Breiten Australiens bilden, während an der tropischen Nordküste ein solches nicht besteht. Und wenn auch Klima und Boden einen bedeutenden Antheil an der abgesonderten Stellung des centralen Depressionsgebiets haben, so ist doch die späte Trockenlegung desselben ebenfalls nicht gering anzuschlagen.

Solche geologische Aufschlüsse aber suchen wir in den reicheren Gegenden Australiens vergebens. Dieselben bestehen in verhältnissmässig grosser Einförmigkeit theils aus granitischen oder anderen krystallinischen Gesteinen, theils aus sedimentären Bildungen, und von den letzteren glaubte man früher, dass sie fast nur die Periode von der silurischen Zeit bis zur Steinkohle umfassen. Hierauf gründete Hochstetter eine Hypothese, um die Organisationsnormen der australischen Flora zu erklären ²⁷⁾. Indem er die Tertiärablagerungen für sehr unbedeutend und beschränkt hielt, erklärte er Australien für den ältesten Kontinent der Erde und meinte, dass der Charakter der Fauna und Flora mit den fossilen Resten aus dem Jura oder überhaupt aus der Sekundärzeit übereinstimme und, in dieser Periode geschaffen, sich seitdem unverändert fortgepflanzt habe. Diese Hypothese wird durch die neueren Forschungen über die Geologie Australiens widerlegt. Die umfassenden Untersuchungen Selwyn's ²⁸⁾ ergeben, dass zwei Drittel der Oberfläche von Victoria aus tertiären Bildungen bestehen. Ferner fand Hargraves ²⁸⁾, dass die inneren, granitischen Ebenen von Swan River von einem »weissen, kreideartig aussehenden Sedimentärgestein mit Salzkrustrationen« bedeckt sind. Wenigstens der südliche Theil der Umwallung des Kontinents hat sich also viel später, als Hochstetter annahm, unter dem Spiegel des Meers befunden, und die Vegetationscentren Victorias begannen erst ihre Thätigkeit, als die Tertiär-

bildungen wieder gehoben waren. Man könnte zwar zur Rettung jener Hypothese behaupten, die hohen Gebirge des Südostens hätten sich stets als Festland erhalten und die Organismen der Jurazeit bewahrt, um sie später wieder dem tertiären Erdreich mitzuthemen. Allein auf das Flachland des Südwestens passt diese Erklärung nicht, es sei denn dass das dortige Sediment sich als eine jüngere Meeresbildung nicht bewährte. Afrika wurde von Murchison²⁹⁾ aus ähnlichen Gründen, aber anscheinend mit besserem Rechte, als ältester Kontinent der Erde aufgefasst, und doch fehlen hier die Beuteltiere, die Hochstetter's Meinung hauptsächlich stützen sollten. Alle solche auf die Zeit bezogenen Schlüsse, in welcher die verschiedenen organischen Schöpfungen entstanden sind, haben etwas Lückenhaftes und Dunkles: warum sollte die Natur nicht ähnliche Bildungen in verschiedenen Perioden wiederholt haben, wenn die physischen Bedingungen ähnlich waren? Selbst der Gedanke, dass die lange Zeit des Fortbestehens eines Kontinents den Reichthum der organischen Formen fördern müsse, lässt sich nicht sicher verfolgen. Wenn es auch annehmbar scheint, dass in einer sehr langen Periode die schöpferischen Zeitpunkte häufiger eingetreten seien oder neue Arten, wie man jetzt so geneigt ist anzunehmen, aus älteren Stämmen sich vielfacher hervorbilden konnten, so kann man sich auch mit gleichem Rechte vorstellen, dass im Laufe des ununterbrochen fortgesetzten Kampfes die stärksten Organisationen den Sieg davontrugen und zuletzt eine einfachere Vegetation und ein formenärmeres Thierleben zurückliessen. Die Einsichten in den Entwicklungsgang des australischen Kontinents sind ohnedies noch wenig gereift. Darwin schloss aus den Verhältnissen des Barrière-Riffs, dass die Nordostküste bis zur Toresstrasse dem Senkungsgebiete der Südsee angehöre, wogegen weiter nach Westen und an der Südküste Australien sich noch jetzt zu heben scheint. Diese Gegensätze säkularer Hebungen oder Senkungen haben keinen Einfluss darauf, ob Vegetationscentren vorhanden sind oder nicht: die meisten Koralleninseln des stillen Meers haben keine oder wenig endemische Pflanzen, und in demselben Senkungsgebiete, in Queensland, sind sie reichlich vorhanden. Ebenso wenig geben die geognostischen Bildungen in der alten Umwallung Australiens irgend einen Anschluss, wo dieselben auf weiten Räumen so gleichförmig und in ihrer Plastik oft so ein-

fach sind, wo dagegen die Vegetationscentren so ungemein ungleich vertheilt sind und ihr höchster Reichthum gerade auf einer engen Räumlichkeit sich entfaltet, welche in den äusseren Bedingungen des organischen Lebens am wenigsten mannigfaltig ist.

Müssen wir demnach die Anordnung der Vegetationscentren in Australien als etwas Gegebenes ansehen, zu dessen Erklärung vorläufig keine Aussicht ist, erscheinen sie uns, als wäre ein Säemann vorübergegangen, der die Körner ausgestreut hätte, so lassen sich doch in den von der Natur ausgewählten Organisationsformen ähnliche Gesetze erkennen, wie auf den endemischen Archipelen. Dahin gehört die Abhängigkeit von der geographischen Lage. Je näher die Centren einander gerückt sind, desto ähnlicher wird die Organisation der Formen. In einem Gebiete, wo sie dicht gedrängt liegen, beruht hierauf die Mannigfaltigkeit analoger Bildungen, der Reichthum der Gattungen an Arten, der Familien an Gattungen. Für die drei australischen Gruppen finden wir hierüber bei Hooker lehrreiche Belege⁹⁾, indem er die Verhältnisszahlen ermittelte und die geographisch isolirten Gattungen aufzählte. Im Südwesten, wo die Centren am dichtesten zusammentreten, fand er das Verhältniss der Arten zu den Gattungen, wie 6 : 1, und unter 600 Gattungen etwa 180, die dem Südosten entweder ganz fehlen oder daselbst kaum vertreten sind, und diese endemischen Gattungen enthalten fast den dritten Theil der Gesammtflora. Die auf einem so viel grösseren Raume vertheilten Centren des südöstlichen Gebiets zeigen eine verringerte, aber doch noch sehr bedeutende Verwandtschaft der Formen: das Verhältniss der Arten zu den Gattungen ist hier wie 4 : 1, die endemischen Gattungen enthalten den sechsten Theil der Gesammtflora. Im tropischen Australien hingegen, wo die Centren auf einer unermesslichen Fläche zerstreut liegen, sinkt das Verhältniss der Arten zu den Gattungen nach Hooker's Schätzung auf 3,1 : 1, während die Anzahl der Gattungen sich auf 700 beläuft, also grösser ist als im Südwesten.

Das Gesetz der klimatischen Analogieen findet sich in Australien ebenfalls bestätigt, aber in beiden Fällen bleibt es unerklärt, weshalb die Natur nur in ähnlichen Organisationen sich gefällt und zur Gleichheit nicht fortschreitet. Die beiden Gruppen des Südwestens und Südostens, die Hauptparallelen der Flora, wie R. Brown

sie nannte, stehen unter ähnlichen klimatischen Einflüssen: sie liegen unter gleicher Breite, haben dieselbe Winterregenzeit und erleiden dieselben Störungen vom Inneren des Kontinents aus. Diese Analogieen sprechen sich in der Organisation durch die Uebereinstimmung der herrschenden Pflanzenfamilien aus. Die tropischen Vegetationscentren hingegen verhalten sich in dieser Beziehung völlig abweichend: die Pflanzenformen und Formationen bleiben zwar grösstentheils dieselben und liessen keine schärfere geographische Abgrenzung zu, aber die reicheren Familien sind andere geworden, von den Myrtaceen und Proteaceen finden sich nur wenige Arten, wenn auch zahlreiche Individuen, und viele tropische Familien Indiens zeigen sich hier vertreten. Durch diese Gegensätze scheint es angedeutet zu sein, dass die geringe Feuchtigkeit des ganzen Kontinents der vegetativen Organisation gemäss ist, dass aber die tropischen Jahreszeiten zu der systematischen Stellung der Flora in einer gewissen Beziehung stehen.

Die nicht endemischen Bestandtheile der australischen Flora sind von Hooker⁹⁾ ebenfalls gründlich untersucht worden. Ihre Vertheilung steht in deutlichem Zusammenhang mit der geographischen Entfernung der Gebiete, die ihre Erzeugnisse unter einander ausgetauscht haben, aber sie bietet wenig, was nicht durch die Lage und durch die Meeresströmungen, so weit sie bekannt sind, leicht erklärlich wäre. Ich will nur einen Punkt nochmals hervorheben (S. 7), der wohl am mächtigsten zu dem überwiegenden Endemismus Australiens beiträgt, dass nämlich der Austausch mit dem am nächsten gelegenen Lande, mit Neu-Guinea, gerade am meisten gehindert scheint. Die Torresstrasse scheidet zwei Floren von dem verschiedensten Charakter, offenbar weil das feuchte Klima der gebirgigen Südküste Neu-Guineas in zu grossem Gegensatze gegen den flachen Norden Australiens steht, als dass, abgesehen vom Mangrovewald, an beiden Ufern der Meerenge gleiche Pflanzen gedeihen könnten.

XII.

Waldgebiet des westlichen Kontinents.

Klima. Die Vegetationsgebiete Nordamerikas sind denen der östlichen Hemisphäre gegenüber symmetrisch geordnet, aber durch ihre Gestalt und ihren Umfang unterscheiden sie sich, durch die Meridianrichtung der beiden grossen westlichen Gebirgsketten, der kalifornischen Sierra Nevada und der Rocky Mountains, wird ihre Lage wesentlich beeinflusst. Auch ist die Flora der östlichen Staaten am atlantischen Meere durch eine allmälige Abstufung des Klimas mit den nördlichen Wäldern verbunden und kann eine so abgesonderte Stellung, wie China, nicht in Anspruch nehmen. Wie in der östlichen Hemisphäre, zieht sich eine breite Waldzone durch den ganzen westlichen Kontinent von der Behringstrasse bis Newfoundland und sodann südwärts bis Florida und zur Mündung des Mississippi. Mit dem Mittelmeergebiete lässt sich die schmale, westliche Küstenzone Kaliforniens wegen ihrer regenlosen Sommerperiode vergleichen, und den Steppen entsprechen die Prairien zwischen der Sierra Nevada und dem Mississippi bis zum Wendekreise in Mexiko.

Im Allgemeinen ist unter gleichen Parallelkreisen das nordamerikanische Waldgebiet kälter, als das der alten Welt. Man hat den Unterschied zwischen der europäischen West- und der amerikanischen Ostküste wohl auf zehn Breitengrade angeschlagen, und soviel beträgt derselbe wirklich an einzelnen Orten, im höheren Norden noch mehr, anderswo weniger. Wenn man New York (41° N. B.) und Brüssel (51°) zusammenstellt, zwei Orte, die in ihrer Jahreswärme übereinstimmen ($8^{\circ},4$ und $8^{\circ},3$), erhält man in der

That jenen Mittelwerth. Aber auch an der Westküste ist Nordamerika unter den meisten Parallelkreisen nicht so warm, wie Europa: die Jahrestemperatur in S. Francisco (38° N. B.) ist dieselbe ($10^{\circ},5$), wie in Venedig (45° N. B.). Da aber hier dieser Unterschied in gewissen, höheren Breiten sich ausgleicht und Sitcha (57° N. B.) unter der Isotherme (5°) von Kopenhagen (56° N. B.) liegt, so wird schon hiedurch angedeutet, dass die ungleiche Vertheilung der Wärme nicht überall aus denselben Ursachen entspringt. Die niedrigere Temperatur der Ostküsten ist in der nördlichen gemässigten Zone ein allgemeines Phänomen, welches nur einzelne, örtliche Ausnahmen erleidet. Dieser Gegensatz der Ost- und Westküsten, der in Europa und Sibirien zunächst von der entgegengesetzten Wirkung der Land- und Seewinde abgeleitet wurde, wiederholt sich auch in Nordamerika, aber nicht in gleichem Umfange. Denn ein anderes Moment, der Einfluss der Meeresströmungen, ist hier in einem anderen Sinne wirksam. Durch Meeresströmungen wird der Temperaturunterschied beider atlantischen Küsten gesteigert, durch den Golfstrom das milde Seeklima Europas, durch eine Polarströmung die Kälte des gemischten Klimas von Labrador ¹⁾, die auch in der geringen Sommerwärme von Newfoundland noch fühlbar ist. In dem abgeschlossenen Winkel des stillen Meeres an der Behringstrasse aber treffen wir kalte Strömungen sowohl an der Ostküste Asiens wie an der Westküste Kaliforniens. Die niedrige Temperatur des Meerwassers trägt dazu bei, das nördliche Amerika an beiden Küsten abzukühlen. Aber erst südlich vom 45. Breitengrade ²⁾ wird das westliche Litoral von diesem kalten Meeresstrome berührt, dessen Quellen an den sibirischen Küsten zu suchen sind. An der weiten Bucht von Alaska, welche durch die zu den Aleuten vorspringende Halbinsel geschützt ist, finden wir nach den Beobachtungen auf Sitcha ein verhältnissmässig warmes Litoral, welches aber weiter nordwärts und im Inneren rasch in rauhe Klimate übergeht.

Eine andere Eigenthümlichkeit beider nordamerikanischen Küsten besteht nämlich darin, dass in höheren Breiten die Wärme rasch abnimmt, worauf Europa gegenüber schon die südlichere Lage der Baumgrenzen hinweist (66° N. B. an der Behringstrasse, 60° an der Hudsonsbai). Die Isothermen von 4° bis zum Gefrierpunkte ³⁾, die in Skandinavien 8 Breitengrade umfassen, rücken im Meridian

von Quebec auf die Hälfte, in Alaska auf ein Viertel dieses Abstandes zusammen. Die Ursache liegt darin, dass die kalten Gewässer der Polarmeere im ersteren Falle in der Hudsonsbai, im zweiten durch die seichte Behringstrasse keinen genügenden Abfluss nach Süden haben, um ihre Temperatur durch rückströmendes Wasser aus niederen Breiten auszugleichen, und dass sie daher bis zu einer gewissen Entfernung erkältend auf ihre kontinentalen Umgebungen einwirken.

Innerhalb des westlichen Waldgebiets sind die durch die mittlere Wärme der Jahreszeiten ausgedrückten, klimatischen Gegensätze beinahe ebenso gross, wie in der alten Welt. Die Werthe der Sommer- und Wintertemperatur stimmen in den meisten Fällen überein, aber die Anordnung der gleichwerthigen Orte ist nicht die nämliche, die Räume des See-, des Kontinental- und des gemischten Klimas sind von ungleicher Ausdehnung. Humboldt⁴⁾ hatte bemerkt, dass man in New York den Sommer von Rom und den Winter von Kopenhagen, in Quebec die Sommerwärme von Paris, die Winterkälte von Petersburg verbunden finde. Aber diese Vergleichen sind nicht glücklich gewählt, weil sie die Vorstellung erwecken, als ob der klimatische Werth der Jahreszeiten in Nordamerika von dem der alten Welt an sich verschieden sei. Man kann vielmehr für jede nordamerikanische Temperaturkurve eine angenähert gleichwerthige in Europa oder Asien angeben. In den Mittelwärmern beider Jahreszeiten, des Sommers und des Winters, entsprechen sich⁵⁾ Fort Confidence an der Baumgrenze (67° N. B.) und Ustjansk in Sibirien, Quebec (47°) und Kasan, Boston (42°) und Ofen, New York (41°) und Wien, Richmond (37°) und Bologna, Charleston (33°) und Catania, New Orleans (30°) und Beirut; ebenso an der Westküste Sitcha (57°) und Bergen, Fort Vancouver am Kolumbia (46°) und London. Es kehren daher Stationen des europäischen Buchenklimas im Westen, wie im Osten Nordamerikas wieder, eine sibirische Kälte im Norden, eine südeuropäische Temperaturkurve in den südlichen atlantischen Staaten.

Viel wichtiger aber sind die Gegensätze beider Hemisphären, die sich ergeben, wenn wir den Umfang der entsprechenden Klimate vergleichen: denn hierauf beruht ihre verschiedene Produktionsfähigkeit, das Mass der natürlichen Hilfsquellen ihres National-

reichthums. Europa hat vermöge seiner tief einschneidenden Binnenmeere den Vorzug eines weniger geänderten Seeklimas, welches im Bereich des nordamerikanischen Waldgebiets in British-Kolumbien, an dem Litoral von Alaska und unter dem Einfluss der kanadischen Seen in den nördlichen atlantischen Staaten auf ähnliche Weise, aber auf einem viel engeren Raume ausgebildet ist. Auf der anderen Seite übertreffen die südlichen Staaten das Mittelmeergebiet, dessen Temperaturkurven sie wiederholen, weil ihre Vegetation im Sommer nicht durch Dürre unterbrochen wird, und sie sind in dieser Beziehung mit dem chinesischen Tieflande zu vergleichen. Im Ganzen ist indessen doch durch die weite Ausdehnung der Prairien nach Westen und durch die tiefe Senkung der Baumgrenze an der Hudsonsbai der entwicklungsfähige Theil des westlichen Kontinents innerhalb der gemässigten Zone weit weniger geräumig, als der der östlichen Hemisphäre.

Nach den Vegetationslinien der herrschenden Waldbäume die engeren Klimate Nordamerikas zu begrenzen, reichen die Beobachtungen noch nicht aus. Auch hier können wir die nördliche Zone der Nadelhölzer in den Hudsonsbailändern von den atlantischen Staaten und Kanada unterscheiden, wo die Laubwälder mit den Coniferen abwechseln. Aber dies ist nicht genügend, alle Abstufungen des Klimas zu bezeichnen, die für den Charakter der Flora massgebend sind. Wir wollen daher vorzugsweise die wechselnden Sommer- und Wintertemperaturen benutzen, um in einer vergleichenden Uebersicht die engeren Gebiete der Flora denen der östlichen Hemisphäre gegenüber zu stellen. Auf diese Weise aufgefasst, lässt sich eine Reihe verschiedener Waldzonen unterscheiden, die jedoch denen der alten Welt nicht vollständig entsprechen.

Ueber die Wälder des höheren Nordens in Amerika hat Richardson⁶⁾ die ausführlichsten Nachrichten gegeben, aus denen hervorgeht, dass sie sich der Fichtenzone in der alten Welt ähnlich verhalten. Wie in Sibirien reicht der gefrorene Boden der arktischen Flora weit in diese Nadelwälder herab. An der Hudsonsbai wurde das unterirdische Eis noch unter dem 56. Breitengrade beobachtet, zu Fort York (57° N. B.) in einer Stärke von mehr als 17 Fuss. Die Bäume schützen sich dadurch gegen die Kälte desselben, dass ihre Wurzeln wenig in die Tiefe gehen und, wenn sie das Eis

erreichen, gerade als ob sie auf festes Gestein träfen, seitwärts fortwachsen. Diese Waldzone ist das Gebiet der weissen Tanne (*Pinus alba*), die in Amerika die Fichte der östlichen Hemisphäre vertritt und von allen dortigen Nadelhölzern am weitesten nach Norden geht, weiter als die amerikanische Lärche (*P. microcarpa*), die am Mackenzie unter dem Polarkreise zurückbleibt. Im ganzen Norden des Waldgebiets ist die weisse Tanne oft im ausschliesslichen Besitze des Bodens, ihre Wälder erstrecken sich in der Mitte des Kontinents ununterbrochen über vierzehn Breitengrade ($68^{\circ} - 54^{\circ}$ N. B.). In dieser düsteren Einförmigkeit bieten nur die Uferwälder der Flüsse einen Wechsel, die neben der Balsamtanne (*P. balsamea*) auch Laubhölzer, Weiden, Erlen und Pappeln erzeugen (*Populus balsamifera* u. *tremuloides*). Eine Birke (*Betula papyracea*) reicht zwar auch hier ebenso weit nach Norden, wie die weisse Tanne, ist jedoch nur ein untergeordneter Bestandtheil der Nadelwälder. Im Westen der kanadischen Seen bildet der Saskatchewan (54° N. B.) die Südgrenze der Tannenzone, von hier aus fangen die Laubwälder an mit den Coniferen abzuwechseln. In westöstlicher Richtung ist das Gebiet der weissen Tanne über die ganze Breite des Kontinents bis zu den Küsten nachgewiesen, von der Behringstrasse⁷⁾ bis Labrador⁸⁾. Hieraus ergibt sich, dass, ebenso wie am Meerbusen von Ochotsk, das gemischte Klima der Ostküste denselben Charakter der Flora bedingt, wie das des hohen Nordens in der Nähe der Baumgrenze. In beiden Fällen wird durch die geringe Sommerwärme und die Strenge des Winters die Vegetationszeit auf die kürzeste Zeitdauer eingeschränkt, welche das Baumleben ertragen kann. Aber die Winterkälte ist in der Tannenzone grösseren Schwankungen⁹⁾ unterworfen (-25° bis -14°), als die Sommertemperatur (7° bis 12°). Wo die Sommerwärme unter 7° sinkt, gedeiht die weisse Tanne nicht mehr, die Polargrenze der Wälder ist nun erreicht. An der Südwestküste von Alaska (61° N. B.) werden die nordischen Tannenwälder durch einen baumlosen Landstreifen unterbrochen¹⁰⁾, und gerade hier ergeben, wahrscheinlich weil das Festland daselbst von einer Polarströmung des Meerwassers berührt wird, die meteorologischen Beobachtungen eine unter jenen Grenzwert herabsinkende Sommertemperatur [6° ¹¹⁾]. In einem grossen Theile Sibiriens ist das Klima kontinentaler, die Sommerwärme höher, als in Nordamerika,

und mit diesem Verhältniss steht der abweichende Verlauf der Baumgrenze in Beziehung. Von der Behringstrasse bis zum Bärensee ist die Lage derselben ähnlich, wie dort, bis zu einer mässigen Entfernung sind die Wälder von der durch die Eismassen des Polarmeers abgekühlten Nordküste zurückgedrängt. Dann aber senkt sich die Baumgrenze Amerikas südostwärts zur Hudsonsbai und erreicht in Labrador die niedrigste Breite auf der ganzen nördlichen Hemisphäre (59°). Die Zone der weissen Tanne ist hier um mehr als das Doppelte schmäler, als im Inneren des Kontinents. Diesen Gegensatz zwischen dem Westen und Osten Nordamerikas hatte schon Forster, auf Mackenzie's Reisen fussend, erkannt. Dove wies, um ihn zu erklären, auf die arktischen Meeresströmungen hin, welche die Eisberge bis in die Hudsonsbai treiben. Diese Küsten, erkältet durch deren Schmelzungsprocess, nannte er die Länder des kalten Frühlings. Aber auch andere Momente bieten sich dar, zu diesem Ergebniss mitzuwirken. Der Nordwestwind weht hier über die grossen, von Eis umgürteten Inseln des Polarmeers, die ebenso sehr, wie die Kontinente in der heissen Zone Centren der Hitze, mit dem offenen Polarmeere verglichen, Mittelpunkte der Kälte im Winter und Frühling sind. Das Kap Bathurst, in dessen Meridian dieser dicht gedrängte Archipel endigt, ist nach Richardson eine wahre Wetterscheide oder ein klimatischer Grenzpunkt, westwärts dem frei geöffneten Golf der Mackenzie-Mündung gegenüber liegend, nach Osten hingegen auch im Sommer fast vollständig durch Eisbänke mit den Inseln an der Barrowstrasse verbunden. Endlich ist, wie bereits bemerkt wurde, auf die geographische Lage der Hudsonsbai ein besonderes Gewicht zu legen. Die niedersinkenden, auf ihre höchste Dichtigkeit abgekühlten Schichten ihrer Gewässer können hier nicht, wie im offenen Ocean, nach Süden, nach der heissen Zone abfliessen, und am Grunde der Bai ist daher stets eine auf das angrenzende Festland wirkende Kältequelle vorhanden, welche die Wärme des Sommers nicht auszugleichen vermag. Ein solcher nach Süden verschlossener Meerbusen verhält sich ähnlich, wie ein tiefer Landsee, an dessen Ufer die geringere Erwärmung des Wassers fühlbar wird, aber die Hudsonsbai ist grösser als alle nordamerikanischen Seen zusammengenommen, und deshalb ist auch die erkältende Wirkung ihrer Gewässer die grösste.

Die Polargrenze des Getraidebaus reicht im Inneren der nord-amerikanischen Tannenzone weiter nach Norden, als in Sibirien. Fast unbewohnt, nur zu Jagdgründen für den Pelzhandel dienend, ist Hudsonien freilich weit entfernt, ein Korn producirendes Land zu werden, aber es hat doch vielleicht eine reichere Zukunft, als Sibirien. Zu Fort Simpson (62° N. B.), in der Breite von Jakuzk, wo in Sibirien der Ackerbau aufhört, wird die Gerste in der zweiten Hälfte des Mai gesät und reift nach drei Monaten, aber auch noch bei Fort Norman (65°) giebt sie in günstigen Jahren eine gute Ernte: auch Kartoffeln und verschiedene Küchengewächse werden daselbst gezogen⁶⁾. Da die Versuche, bei Fort Good Hope (67°) Getraide zu bauen, fehlgeschlagen sind, so ist im Meridian des Mackenzie der $65.$ Parallelkreis als Polargrenze der Ackerkultur zu betrachten. Richardson meinte, dass der Getraidebau im hohen Norden nur eine bestimmte Sommerwärme in Anspruch nähme und die Strenge des Winters ihn nicht beeinträchtige: aber an der Lena ist der Sommer viel wärmer, als am Mackenzie, und doch ist die Getraidegrenze dort um drei Breitengrade zurückgetreten, statt dass sie nach Massgabe der Juliwärme um sechs Breitengrade weiter nach Norden rücken sollte¹²⁾. Massgebend sind hier die Einwirkungen der gefrorenen Erdschichten, die in dem lockeren Boden Sibiriens zu viel grösseren Tiefen reichen, als am Mackenzie, wo die anstehenden granitischen Gesteine die Ansammlung des unterirdischen Eises beschränken. Weil die Masse desselben in Sibirien so viel grösser und weit unter den Gefrierpunkt abgekühlt ist, thaut es minder tief auf, als in Amerika. Nach Erman waren die Ackerfelder bei Jakuzk im Sommer nur bis zu einer Tiefe von 3 Fuss vom Eise befreit, unter derselben Polhöhe am Mackenzie hat die aufgethaute Schicht eine Stärke von beinahe 11 Fuss. Eine dem Gefrierpunkte nahe liegende Bodentemperatur wirkt, soweit die Wurzeln des Getraides ihr ausgesetzt sind, noch unmittelbarer auf die Dauer der vegetativen Entwicklung, als die Werthe der Sommer- oder Juliwärme.

Am Saskatchewan berühren sich die Prairien unmittelbar mit der Waldzone der weissen Tanne. Jenseits der Rocky Mountains senkt sich die Prairieengrenze bis zum Cascadegebirge (49° — 48° N. B.¹³⁾], der nördlichen Fortsetzung der Sierra Nevada, und so sind die Waldzonen des Westens und Ostens in diesen Breiten durch

einen weiten Zwischenraum baumloser Ebenen von einander abge-sondert. Aber auch ihre klimatischen Verhältnisse sind nicht übereinstimmend. Der Uebergang von den nordischen Wäldern zu den südlicher gelegenen Zonen beruht in Newfoundland auf der minder strengen Winterkälte, in Kanada auf der zunehmenden Sommerwärme und im fernen Westen der pacifischen Küste auf der gleichmässigen Milde beider Jahreszeiten. In seiner Reinheit ist indessen dieses, von starken Niederschlägen¹⁴⁾ in allen Jahreszeiten begleitete Seeklima nur an der Küste selbst, von der Insel Sitcha und vielleicht von Alaska bis zur Mündung des Oregon (46° N. B.) ausgebildet⁵⁾. Auch hier bilden Nadelhölzer eine dichte Waldbekleidung, Bäume von ungewöhnlicher Grösse, besonders eine Reihe verschiedener Tannen¹³⁾, die Douglas-, die Menzies- und die Schierlingstanne (*Pinus Douglasii*, *Menziesii*, *Mertensiana*), sodann die Oregon-Ceder oder gelbe Cypresse (*Thuja gigantea*). Doch sind auch Laubhölzer diesen Wäldern nicht ganz fremd, Ahorne, Pappeln, Erlen und eine der deutschen ähnliche Eiche (*Q. Garryana*). Eine Stammhöhe von 200 bis 250 Fuss ist bei der Douglastanne keine ungewöhnliche Erscheinung: sogar Bäume von mehr als 300 Fuss soll man gemessen haben¹⁵⁾. Die offene, den häufigen Weststürmen ausgesetzte Lage dieser Küste, in Verbindung mit der beständigen Feuchtigkeit des Klimas, bewirkt in diesen Urwäldern ein frühzeitiges Stürzen der Bäume¹⁰⁾. Mit gefallenem, alten und jungen Stämmen ist der Boden oft so dicht bedeckt, dass man an die Bildungszeit der Kohlenformationen erinnert wird. Ein Reisender¹⁶⁾ sagt von diesen Gegenden, dass die nordamerikanische Natur mehr durch ihren grossartigen Massstab in Erstaunen setze, als durch Anmuth fesseln könne, wenn es auch am Wechsel des Waldes mit Wasserflächen und Gebirgslinien nicht fehle und die Färbung der Landschaft lebhaft und mannigfach sei. Die Grösse der Ströme, die Ausdehnung der Gebirge, selbst der höhere Wuchs der Bäume an diesen Küsten scheint, mit Europa verglichen, der einförmigeren Bildung des Festlands zu entsprechen. Wenigstens aus klimatischen Ursachen lässt sich das mächtige Wachstum der Douglastanne, der die Oregon-Ceder und andere Coniferen wenig nachstehen, nicht genügend erklären. Es ist eine Eigenthümlichkeit dieser westlichen Vegetationscentren, die von den Welling-tonien der Sierra Nevada noch übertroffen wird. Die südlichen

atlantischen Staaten empfangen ebenso starke Niederschläge und haben doch solche Bäume nicht aufzuweisen. Der höchste Baum des Ostens ist die Weihmuthakiefer (*P. Strobus*), sie wird nicht grösser, als die Fichte Europas (100—140 Fuss). Aber die Feuchtigkeit des Küstengebirgs und die gleichmässige Milde der Temperatur sind für das hohe Wachsthum der Nadelhölzer auch nicht einmal nothwendig, zum Theil verbreiten sie sich bis zu den Rocky Mountains, wo das Klima völlig geändert ist.

Sobald man das Cascadegebirge überstiegen hat und die Wälder des inneren britischen Kolumbiens erreicht, tritt dieser Wechsel des Klimas bereits ein. Es beginnt nun sogleich der kontinentale Gegensatz der Jahreszeiten, die hohen Küstenketten bewirken, dass nicht, wie in Europa, der Einfluss des Meers sich über das Tiefland ausbreitet. In den Wäldern am Kolumbia dauert die Vegetationszeit, die Periode von der Belaubung bis zum Blattfall, vom April bis zum Oktober¹⁷⁾ und ist im Sommer mit excessiver Wärme verbunden. Im Winter sinkt das Thermometer zuweilen auf 27° unter den Gefrierpunkt¹⁸⁾. Da jedoch in allen Jahreszeiten die Temperatur einem raschen und excessiven Wechsel unterworfen ist, so verhalten sich die Mittelwerthe wahrscheinlich ähnlich, wie im europäischen Russland. Von der Zukunft des britischen Kolumbiens hegt man wenigstens die Erwartung, dass es ein zweites Kanada werden könne. Ungeachtet aber eines so grossen Unterschiedes zwischen dem Klima der Küste und des Inneren verändert sich der Charakter der Wälder nicht wesentlich, die Coniferen sind grösstentheils dieselben, das Quellgebiet des Spokan ist von der Oregonceder bewaldet, die auch hier 200 Fuss hoch wird¹⁹⁾. Neben den Tannen ist am oberen Kolumbia eine ebenfalls sehr hohe (150 Fuss), harzreiche Kiefer (*P. ponderosa*) der vorherrschende Waldbaum. Die Uebereinstimmung der Nadelwälder bis zu den Rocky Mountains ist doch hier als eine Folge der Feuchtigkeit des Klimas aufzufassen. Zwar sollen im britischen Kolumbien und in dem südlich angrenzenden Washington-Territory die Niederschläge bedeutend abnehmen²⁰⁾, und die Nähe der Prairiesen beweist dies, allein durch den gebirgigen Charakter des Landes wird dieser Unterschied aufgehoben. Wenn auch die Küstenkette einen grossen Theil des vom stillen Meere herbeigeführten Wasserdampfs niederschlägt, so ist dieselbe doch mehrfach

durch Flussthäler unterbrochen oder ihre Einschnitte und Pässe werden von den jenseits liegenden Gebirgen überragt, welche daher von den feuchten Seewinden getroffen werden, und so erklärt sich, dass auf ihren Abhängen grosse Wälder an die tiefer gelegenen Prairien sich anschliessen, die nun von hier aus das Innere des Kontinents bis zum Mississippi einnehmen.

Im Osten der nördlichen Prairien treffen wir an den kanadischen Seen die dritte Waldzone, die nach ihrem ebenfalls kontinentalen, aber durch den Einfluss dieser fast beispiellos grossen Susswasserflachen gemässigten Klima mit dem centralen und östlichen Europa zu vergleichen ist. Sie begreift Kanada und die nördlichen atlantischen Staaten, der Charakter ihrer Flora ändert sich bis zur Mündung der Chesapeake-Bai in Virginien (37° N. B.) und bis zur Südgrenze von Kentucky ($36\frac{1}{2}^{\circ}$) weder diesseits noch jenseits der Alleghanys²¹⁾, die der Küste parallel ziehen. Es ist die Zone der Laubhölzer mit periodischer Belaubung, die, am Winipeg-See zuerst den Nadelwald nur hier und da verdrängend, südwärts allgemeiner das Tiefland bekleiden und an Mannigfaltigkeit der Bestandtheile, namentlich von Eichen und von Vertretern der Eschenform (*Juglans* den) zunehmen²²⁾. Hiedurch unterscheiden sich diese Laubwälder von den entsprechenden Buchen- und Eichenzonen Europas. Bereits an den kanadischen Seen treten neben den Coniferen, den Tannen und Weihmuthskiefern (z. B. *P. canadensis*, *Strobus*), grosse Gehölze von Eichen, Ulmen, Eschen und Ahorn auf, und diese sind es, die nebst dem Laub tragenden Gesträuch in dem vielgerühmten kanadischen Herbste durch die sich langsam entfärbenden Blätter einen Reichthum von schönem Detail verleihen, einen Schmuck der Farben, der durch alle Nüancen des Orange, des Gelb und Roth auf das Mannigfaltigste sich darbietet⁶⁾. In der Breite von Pennsylvanien und Indiana (41° N. B.) sind die herrschenden Waldbaume²³⁾ vier Arten von Eichen, die Kastanie und ein Wallnussbaum (*Juglans nigra*), zu diesem gesellen sich die nordamerikanische Buche (*Fagus ferruginea*), der Tulpenbaum (*Liriodendron*) und eine Laurinee (*Sassafras officinale*), die jedoch ebenfalls im Winter das Laub verliert. Je mehr verschiedene Arten zusammenwachsen, desto mannigfacher werden auch die Farbentöne zur Zeit ihrer Entlaubung sein. Auf das langsame Absterben der Blätter, welches in Oberkanada einen vollen

Monat in Anspruch nimmt²⁴⁾, scheint die allmälige Abnahme der Wärme im Herbste von Einfluss zu sein, die von den grossen Wasserflächen zurückgehalten wird. Dove²⁵⁾ bemerkte über dieses klimatische Moment, dass in der ganzen Umgebung der kanadischen Seen die Temperaturveränderungen sich mässigen und verspäten und auch im Winter der Februar kälter sei als der Januar. Diese Wasserflächen im Norden der Laubholzzone dienen daher auch, die Dauer der Vegetationsperiode in etwas höherem Masse²⁴⁾, als dies in Europa der Fall ist, mit den südlicheren, ihrem Einfluss entzogenen Gegenden auszugleichen und dadurch zu dem übereinstimmenden Charakter der Flora mitzuwirken.

Die der Mündung des Lorenzstroms gegenüberliegende Insel Newfoundland ist nach ihrer Lage und ihrem Klima mit Kamtschatka zu vergleichen¹⁾. Sie bildet eine abgesonderte Zone²⁶⁾, wo die Bäume, Tannen (*P. alba* u. *nigra*), Lärchen und Birken, von geringer Grösse (20—30 Fuss hoch) sind und die Waldungen auf dem hügeligen, unvollständig abgewässerten Boden überall mit offener Landschaft abwechseln. Der nicht bewaldete Theil der Insel ist mit Torfmooren aus Moostorf und auf den trockeneren Höhen mit den Beeren tragenden Sträuchern des Nordens bedeckt. Die Vegetation ist wenig eigenthümlich und entbehrt durchaus jenes üppigen Gras- und Baumwuchses, der Kamtschatka auszeichnet und der dem ähnlichen Verlauf der Jahreszeiten, sowie der Dauer der Vegetationsperiode angemessen sein würde. Wahrscheinlich tragen Mangel an Insolation, veranlasst durch die Nebel des arktischen Meeresstroms, der die Insel bespült, und die unvollkommene Abdachung ihrer Oberfläche, durch welche der sumpfige Boden erzeugt wird, gleichmässige die Schuld an der öden und nordischen Natur der Landschaft.

Die eigenthümlichste klimatische Stellung nehmen die südlichen atlantischen Staaten von Nordkarolina und Tennessee bis Louisiana und Florida in Anspruch, die dem südlichen Europa in ihrer Temperatursphäre entsprechen und durch ihren feuchten Sommer an China erinnern, aber doch dessen Regenmenge nicht erreichen und die Niederschläge ohne jene bestimmte Periodicität über das Jahr vertheilen, durch welche das östliche Asien bevorzugt ist. An Produktionsfähigkeit, durch ihre Baumwolle, ihren Reis, ihr Zuckerrohr übertreffen sie das Mittelmeergebiet, aber in der Sicherheit der

Ernten und in dem Umfang der Bewässerung durch fliessendes Wasser, durch befruchtende Gebirgszuflüsse, stehen sie China nicht gleich. Auf das Klima haben die Alleghanys hier ebenso wenig Einfluss, wie in den nördlichen Staaten, weil diese Bergkette in der Richtung der herrschenden Winde streicht. Zu beiden Seiten, an der Küste wie an den östlichen Zuflüssen des Mississippi, empfangen die südlichen Staaten ihre Niederschläge vom mexikanischen Meeresbusen, dessen Wasserdampf durch die Aequatorialwinde über den ganzen Osten Nordamerikas bis Kanada verbreitet wird und, ungehemmt durch Gebirge, dieses grosse Tiefland stärker befeuchtet²⁷⁾, als dies in Europa der Fall ist. Die Nähe des atlantischen Meers hat auf die Regenmenge weniger Einfluss, weil die von daher kommenden Polarströmungen der Küste entlang wehen. Durch die wegen des steten Wechsels der beiden herrschenden Winde das ganze Jahr hindurch wirkende und intensivere Feuchtigkeitsquelle des mexikanischen Golfs hat der Osten Nordamerikas schon einen erheblichen Vorzug, den nur die Westküste Europas theilt. Aber von grösserer Bedeutung ist, dass auch die südlichen, wärmeren Gegenden, deren Vegetationszeit in Europa durch die Sommerdürre verkürzt wird, dort in fast beständiger Kultur stehen. Während am Mittelmeer die Sahara im Sommer die Luft austrocknet, aspirirt in den östlichen Staaten Nordamerikas das Festland den Wasserdampf einer Meeresfläche. Gleich starke Niederschläge empfängt unter diesen Isothermen in Südeuropa nur Portugal, und selbst hier hören sie in der wärmsten Jahreszeit auf.

Die Waldzone der südlichen Staaten wird, wie in Südeuropa, am passendsten durch die immergrünen Laubholzbäume und durch die Zunahme von Vertretern tropischer Familien bezeichnet. Von den ersteren entsprechen genau²¹⁾ ihrer Nordgrenze eine Eiche, die der Steineiche ähnlich ist (*Q. virens*), der amerikanische Oelbaum (*Olea americana*) und eine Ternstroemiacee (*Gordonia*), von tropischen Formen die Liliaceenbäume (*Yucca*), eine epiphytische Bromeliacee (*Tillandsia usneoides*) und ein den Bambusen sich anschliessendes Rohrgras (*Arundinaria macrosperma*). Erst in Südkarolina (34 $\frac{1}{2}$ ⁰ N. B.) beginnen die Palmetto-Palmen (*Sabal*) und die immergrüne Magnolie (*M. grandiflora*), zuletzt erscheint an den Küsten von Florida [28⁰ N. B.²⁸⁾] und in Louisiana²⁹⁾ auch die Mangroveform

(*Rhizophora Mangle*). Aber unter allen diesen der Kürze und Milde des Winters, sowie der langen Vegetationszeit des Südens entsprechenden Gewächsen sind nicht die herrschenden Waldbäume enthalten, sie stehen an Häufigkeit weit zurück gegen die langnadelige Kiefer (*Pinus australis*), durch welche ein grosser Theil der südlichen Staaten bewaldet wird. Diese bedeckt eine unermessliche Strecke sandigen oder sumpfigen Bodens (die *Pine barrens*) von Louisiana bis Virginien³⁰), bis zu der fast unzugänglichen, morastigen Niederung an der atlantischen Küste (den *dismal swamp*). Durch die öde Beschaffenheit dieser weiten Alluvialebenen geht zum grossen Theil wieder verloren, was das Klima den südlichen Staaten an Vorzügen eingeräumt hat. Dieses Tiefland ist eben ein ehemaliger Meeresgrund, dessen ebene Oberfläche durch Gebirge und anstehende Gesteine nicht hinlänglich befruchtet worden ist.

Noch immer ist der grösste Theil des Waldgebiets, welches die Kultur zu lichten begonnen hat, der aus Europa zuströmenden Einwanderung einer Ackerbau treibenden Bevölkerung dargeboten, aber die Schwierigkeiten des Erfolgs sind gewachsen, nachdem die durch Klima und Boden am meisten bevorzugten Gegenden eingenommen waren. Da man die in dem Waldboden abgelagerten Nahrungsstoffe für unerschöpflich hielt, verödeten bald die Tabaksfelder Virginien. Als der Wanderungstrieb nach Westen die Prairien erreicht hatte, begann, ungeschreckt durch die Weite des unbebaubaren Raums, die Kolonisation am Oregon und in Kalifornien. Der Süden schien wegen seiner Wärme, die doch nicht höher ist, als in Italien, nur der Negerarbeit zugänglich zu sein: hier werden künftig vielleicht Entwässerungen und Bodenverbesserungen neue Hilfsquellen eröffnen. Im Norden aber ist selbst noch jenseits der Süswasserseen eine Entwicklung, ähnlich der russischen, zu beiden Seiten der Rocky Mountains möglich und hat hier und da schon angefangen sich anzubahnen.

Gestützt auf die Grösse der noch unberührten Räume und auf die bisherigen, in der Geschichte beispiellosen Erfolge, ist man indessen doch geneigt, die Zukunft des nordamerikanischen Waldgebiets zu überschätzen. In solcher Ausdehnung gebirglose Tiefen, wo das Innere der Erdrinde, die unerschöpfliche Quelle der Nahrungsstoffe für die Vegetation, durch vulkanische Kräfte nicht

aufgeschlossen ist, versprechen nicht, wie Europa oder China, eine durch Jahrtausende andauernde Fruchtbarkeit. Es fehlt dem westlichen Kontinent, dessen entlegene Hochgebirge die Kraft ihrer Flüsse in den Prairien oder in nordischen Klimaten vergeuden, an jenen weithin verzweigten Hebungen, die, gleich den Alpen, wo sie mit der lombardischen Ebene sich berühren, unmittelbar durch ihr fließendes Wasser in den Ackerbau eingreifen. Jetzt ist Alles noch neu, unermessliche Metall- und Kohlenschätze geben dem wachsenden Nationalreichtum eine Grundlage, wie sie kein Theil der Erde in gleichem Umfange besitzt. Für eine Reihe von Menschenaltern ist durch die Waldbäume, die aus einer gewissen Tiefe den Nahrungstoff an die Oberfläche führen, der Fortschritt des Ackerbaus gesichert, aber es scheint ein Vorurtheil zu meinen, dass die eben durch die Erhaltung ihrer natürlichen Kräfte bedingte Civilisation der östlichen Hemisphäre bestimmt sei, dereinst auf die westliche überzugehen. Es ist nur eine Erweiterung ihres Schauplatzes, gleich derjenigen, die zu Anfang des Mittelalters im mittleren und nördlichen Europa eintrat, als sich Völker entwickelten, denen gegenüber die Bewohner des Südens und des Orients viel mehr durch politische Zustände gehemmt wurden, als dass die Naturgaben dieser alten Kulturländer sich erschöpft hätten.

Stellen wir uns das westliche Waldgebiet als ein zweites Europa vor, so haben wir bei der Vergleichung mit unserem Erdtheil noch einige klimatische Momente zu berücksichtigen, durch welche die Wahl der Kulturgewächse zum Theil bedingt ist. Mit der grösseren Ergiebigkeit der Niederschläge ist es nicht leicht in Einklang zu bringen, dass der Dampfgehalt der Atmosphäre geringer sein soll, als in Europa. Blodget bemerkt, dass in England durchschnittlich von einer Wasserfläche weniger verdunstet, als auf dieselbe Regen herabfällt, in den atlantischen Staaten Nordamerikas sei das Verhältniss umgekehrt. Dies ist nur ein anderer Ausdruck für die grössere Trockenheit der Luft, welche die Verdunstung der Binnengewässer beschleunigt, deren Wasserverlust durch die Niederschläge des ganzen Stromgebiets ersetzt wird. Die Erscheinung hängt offenbar mit einer allgemeinen Eigenthümlichkeit der Temperaturkurve in den östlichen Staaten zusammen, deren Werthe in weit höherem Grade, als in Europa, sprungweise wechseln, in allen Jahreszeiten

oder in noch kürzeren Perioden sich weiter von ihrem Mittel entfernen und auch grösseren nicht periodischen Gegensätzen unterliegen. Eine plötzlich eintretende Erniedrigung der Temperatur reinigt die Atmosphäre von ihrem Wasserdampf, die unmittelbar folgende Erhöhung beschleunigt die Verdunstung der Wasserflächen. Beide Erscheinungen, wie auch die grössere Regenmenge der östlichen Staaten selbst, können von ihrer geographischen Lage abgeleitet, als eine Wirkung ihrer Umgebungen aufgefasst werden. Ungleiche Wärmeklimate sind hier einander näher gerückt: eingeschlossen von zwei Meeren, von den Prairien und den grossen Süsswasserflächen Kanadas, wenig entlegen sodann von der erkältenden Hudsonsbai, sind die atlantischen Staaten in ihrer offenen Lage allen diesen so verschiedenartigen Einflüssen Preis gegeben. Je enger der Raum ist, auf welchem sich warme und kalte, gemässigte und excessive Klimate berühren, desto intensiver, desto häufiger wirken sie auf einander durch die Luftströmungen. Bis die aus Sibirien wehenden Winde, welche dem westlichen Europa die niedrigsten Temperaturen zuführen, dieses erreicht haben, hat ihre Kälte sich schon gemässigt. Da die Quellen der grossen Temperaturänderungen den atlantischen Staaten so viel näher liegen, erfährt das Klima hier unter dem Wechsel der Winde von Tage zu Tage, von Woche zu Woche jene plötzlichen Schwankungen der Wärme, die auf die Vegetation nicht ohne Einfluss bleiben können.

Die meisten europäischen Kulturgewächse gedeihen indessen in Nordamerika ebenso, wie bei uns. Einigen Kulturen von Gewächsen aus tropischer Heimath, wie den Orangen, ist der Temperaturwechsel in dem grössten Theil der südlichen Staaten nachtheilig. Erst in Florida (30° N. B.), wo eine fast tropische Gleichmässigkeit des Klimas beginnt³¹⁾, hat die Orange sich, wie in Cuba, angesiedelt. Zwei wichtigere Fälle sind sodann bekannt und vielfach erörtert worden, in denen der eigenthümliche Einfluss des Klimas der östlichen Staaten sich äussert, bei dem Mais, der dort ungeachtet der so verschiedenen Lage der Isothermen sogar bis zu höheren Breiten, als in Europa, gebaut wird, und bei dem Weinstock, dessen Kultur nirgends mit Erfolg eingeführt werden konnte.

Der Mais zeigt im Osten Nordamerikas das grösste Akklimationsvermögen. Dieses Gewächs, welches in Europa, um seine

Körner zu reifen, eine lange Entwicklungsperiode beansprucht, verkürzt dieselbe in Kanada auf den Zeitraum von weniger als drei Monaten³²⁾. Man hat in den atlantischen Staaten die mannigfachsten Spielarten erzeugt, deren Lebensdauer ungleich ist, und die in Europa zurückschlagen³³⁾. Die Polargrenze der Maiskultur findet sich am Red River (50° N. B.), dem südlichen Zufluss des Winipeg-Sees, sie soll sogar den Saskatchewan (53°) erreichen, aber jenseits der Rocky Mountains gedeiht dieses Gewächs nur in Kalifornien, nicht aber am Oregon und im britischen Kolumbien. Blodget sucht die Erklärung dieser Erscheinungen darin, dass der Mais eine steile Temperaturkurve fordere, und findet, dass jene Polargrenze in Kanada und Hudsonien mit einer bestimmten Juliwärme (15°, 5) zusammenfalle. Aber in Norddeutschland giebt es Orte genug, wo der Juli noch wärmer ist und der Mais doch nicht reif wird. Auch würde dadurch nicht erklärt werden, worauf es beruhe, dass das Gewächs in Amerika seine Vegetationsperiode so sehr verkürzen kann, wovon man doch auch in den kontinentaleren Klimaten Europas kein Beispiel kennt. Wir haben hier einen klaren Beweis dafür, dass die Pflanzen niemals einem einzelnen klimatischen Werthe angepasst sind, sondern, um den ganzen Umfang möglicher Lebenskreise zu entfalten, von den verschiedensten Einflüssen zugleich berührt werden. Die langsamere Temperaturabnahme des kanadischen Herbstes mag der Reife der Körner vortheilhaft sein, aber, was der Mais in den dieser Breite entsprechenden Klimaten Europas nirgends findet, ist die Verbindung einer angemessenen Sommerwärme mit den intensiven Niederschlägen Nordamerikas. Wie die Gramineen überhaupt, wird auch diese, die mit so mächtigen Vegetationsorganen ausgestattet ist, besser gedeihen und rascher wachsen können, wenn der Wasserzufluss zunimmt und dadurch die Kieseler-nährung ihrer Blattscheiden gefördert wird. Unter diesen Bedingungen, die ihr das Klima Kanadas noch gewährt, erhöht sich ihr Akklimatisationsvermögen in solchem Grade, dass sie Spielarten erzeugt, von denen einige in kürzester Zeit auswachsen, andere eine Grösse erreichen, die sie in Europa nicht behaupten können. Eine ähnliche Bemerkung kann man vielleicht auch auf das Zuckerrohr ausdehnen, ebenfalls eine Graminee, die aus der tropischen Zone stammt, die aber in Südeuropa kaum oder doch nur in den wärmsten Gegenden

Spaniens gebaut werden kann. Am Mississippi hingegen reicht die Kultur des Zuckerrohrs bis zum 35. Breitengrade³⁴⁾, ja selbst in Kentucky werden noch kleine Mengen Rohrzucker erzeugt. Bei dem Zuckerrohr ist das Feuchtigkeitsbedürfniss noch mehr, als bei dem Mais, in die Augen fallend.

Entgegengesetzt verhält sich die Zuckererzeugung in der Traube, die durch die Insolation eines wolkenlosen Himmels so sehr gesteigert wird. Nachdem alle Versuche fehlgeschlagen waren, den Weinstock in den östlichen Staaten Nordamerikas zu akklimatisiren, kam man auf den Gedanken, einheimische Arten (*Vitis vulpina* u. *labrusca*) zu veredeln, und seit dieser Zeit ist es vollständig gelungen, einen Wein zu erzeugen, der dem dortigen Geschmack zusagt. Da nun in Kalifornien die europäische Rebe mit Erfolg gebaut wird, so muss es klimatische Werthe geben, welche dieses Land mit dem Kulturgebiete des Weinstocks in der alten Welt verbinden und dasselbe von den atlantischen Staaten unterscheiden. Einheimische Reben sind in den Wäldern an der Ostküste in ähnlicher Weise verbreitet, wie der europäische Weinstock in den Pontusländern, sie müssen sogar sehr allgemein vorkommen, weil sie zu der normännischen Benennung der vereinigten Staaten, als des Weinlands, den Anlass gegeben haben. Am Ohio, wo schweizerische Ansiedler lange Zeit vergeblich sich bemühten, Wein aus europäischen Reben zu erzeugen, fallen dessen Trauben ab, ehe sie reif sind, und werden oft durch Fäulniss zerstört³⁵⁾. Nach einer Beobachtung in Illinois gingen die Stöcke daselbst nach vier oder fünf Jahren durch Frost zu Grunde³⁶⁾, an einem Orte (39° N. B.), dessen mittlere Winterkälte über dem Gefrierpunkte liegt. In Cincinnati am Ohio gleichen die Mittelwärmern des Sommers und der für die Reife der Trauben wichtigsten Herbstperiode denen der besten Weinländer Europas, alle Monate des Jahrs sind hier sogar wärmer als in Pesth. Es wurde schon von de Candolle dargethan³⁷⁾, dass die Ursache des Misslingens der Akklimatisation weder in der Mitteltemperatur einzelner Jahresabschnitte, noch in denjenigen Mittelwerthen enthalten sein könne, die man durch Summirung der Ordinaten der Jahreskurve erhält. Die grössere Regenmenge der vereinigten Staaten schien ihm nachtheiliger zu sein, aber auch diese wird in einigen Weinländern Europas, in Portugal, im Venetianischen, erreicht oder

selbst übertroffen. Eine richtigere Erklärung wurde von Blodget angedeutet, jedoch nicht näher ausgeführt, indem er in den unregelmässigen und nicht periodischen Schwankungen der Temperatur sowohl als der Feuchtigkeit die Ursache der Fäulniss der Beeren erkannte. Gewiss bedarf ihre Reife und Ausbildung einer warmen und trockenen Periode von bestimmter Dauer, auch der Blüthe ist der Regen nachtheilig. Ein durch unregelmässige Entwicklung geschwächter Organismus ist aber auch überhaupt gegen äussere Störungen weniger widerstandsfähig. Der Frost zerstörte die unterirdischen Organe in Illinois nur bis zur Tiefe von einigen Zollen, und dadurch gingen die Stöcke schon zu Grunde. In Europa leidet der Weinstock in der Nähe seiner Polargrenze auch leichter vom Frost, als im kontinentalen Klima Asiens, aber meist überwindet er doch den zugefügten Schaden, durch die Energie seiner Organe, durch die Tiefe, bis zu welcher die Wurzeln in den Boden eindringen, geschützt ist er fähig, sich zu erholen. In seiner Heimath, am schwarzen und kaspischen Meere, wo die harmonische Ausbildung der Organe als die vollkommenste vorausgesetzt werden darf, widersteht er der Kälte auch am kräftigsten. In Kalifornien findet er den trockenen Sommer wieder, der in den südlicheren Breiten Europas und der Steppenlandschaften seinem Gedeihen zusagt. Nichts aber widerspricht seiner Entwicklung mehr, als der stete Wechsel von übermässigem Wasserzufluss und von beschleunigter Verdunstung, wenn ein stetig fortschreitender chemischer Process, die Verwandlung des Stärkemehls in Zucker, in den Früchten eintreten soll, in denen die Menge des gebildeten Zuckers von einer höheren Wärme abhängig ist, die durch jede gewaltsame Aenderung der Saftcirculation gestört wird. Besonders wichtig aber sind die Erfahrungen über die Weinkultur Nordamerikas dadurch geworden, dass wir hier an einem lehrreichen Beispiele vor Augen haben, wie wenig aus der systematischen Stellung einer Pflanze auf ihre Lebensbedingungen zu schliessen ist, da die dort einheimischen Reben, so nahe sie auch dem europäischen Weinstock in ihrem Bau verwandt sind, doch nach ihrer klimatischen Sphäre so abweichend sich verhalten.

Vegetationsformen. Die Physiognomie des nordamerikanischen Waldgebiets ist dem der östlichen Hemisphäre so ähnlich, dass es nicht unsere Aufgabe sein kann, die Formen und Formationen

der Vegetation im Einzelnen auf's Neue durchzugehen, sondern nur von Interesse ist, die unterscheidenden Züge beider Kontinente aufzufassen. Die europäischen Nadelhölzer werden in Nordamerika durch verwandte, selbst in den Bedingungen ihres Vorkommens zum Theil entsprechende Arten vertreten, ebenso die Laubhölzer der Buchen-, Linden-, Eschen- und Weidenformen. In einigen Gattungen ist die Anzahl der Arten erhöht, in anderen ist dieses nicht der Fall: von Buchen und Kastanien sind, wie in Europa, nur einzelne vorhanden, ebenso von den Platanen und Storaxbäumen (*Liquidambar*) des Orients, von Eichen- und Pinus-Arten finden sich allein in der östlichen Laubholzzone je vierzehn³⁸⁾. In keinem Falle ist von grösseren Bäumen die Identität der Art an beiden atlantischen Küsten nachgewiesen³⁹⁾, wohl aber kennt man einige Beispiele des über das Meer hinübergreifenden Vorkommens an den näher getrockneten beiden pacifischen Küsten (z. B. *Pinus Menziesii*). Unter den Coniferen besteht der grössere Theil aus eigentlichen Nadelhölzern, überwiegend sind wohl die Tannen, aber auch die Cypressenform ist durch mehrere Arten vertreten (*Thuja*, *Chamaecyparis*). Ueberhaupt sind etwa 50 Arten von Coniferenbäumen aus dem westlichen Waldgebiete bekannt geworden, Europa gegenüber erscheint daher die Mannigfaltigkeit beträchtlich erhöht. Von manchen Arten Kaliforniens indessen, wo mehr verschiedene Coniferen wachsen, als in irgend einem anderen Theile Nordamerikas, werden die Gebirge am Oregon nur eben berührt. Berücksichtigt man ferner, dass die östlichen Staaten, welche ihrer Lage nach China entsprechen, von dem übrigen Waldgebiete nicht abgesondert sind, so wird die Anzahl der Arten in der gemässigten Zone beider Hemisphären wenig abweichen, und wahrscheinlich besitzt China mit dem Himalaja mehr Coniferen, als irgend ein Theil Nordamerikas von gleichem Umfange. Auch wird die Mannigfaltigkeit der Nadelhölzer dadurch verringert, dass die meisten, wie in Europa, an bestimmte klimatische Bedingungen gebunden, nur einer und der anderen der fünf Waldzonen angehören, oder, wenn sie mehreren gemeinsam sind, dann vorzugsweise die Uebergangslandschaften an ihren Grenzen, in anderen Fällen weniger von einander geschiedene Gebirgsregionen bewohnen. Die schwarze Tanne (*P. nigra*) verhält sich ähnlich, wie die Fichte und Edeltanne, indem sie aus den Tiefen

des Nordens in die höheren Regionen der Alleghanys ansteigt. Einige Nadelhölzer der Rocky Mountains gehen über verbindende Bergzüge auf die Sierra Nevada und die Cascadenkette über, andere sind von der Laubholzzone bis zu den südlichen Staaten verbreitet, weil sie den Alleghanys folgen, oder weil sie in sandigem Boden wachsen.

Die Zahl der den einzelnen Waldzonen eigenen Nadelhölzer ist daher nicht eben beträchtlicher, als in Europa oder Nordasien, aber dass jede derselben (mit Ausnahme von Newfoundland) und ebenso die abgesonderten und selbständigeren Hauptgebirge durch besondere Arten charakterisirt werden können, ist ein Beweis für die verschiedenartigen klimatischen Bedingungen ihres Vorkommens. Wie die weisse Tanne die nördliche und die Nadelhölzer des Oregon die nordwestliche Waldzone bezeichnen, so reichen gewisse Cypressenformen (*Thuja occidentalis* u. *Chamaecyparis thyoides*, beide daselbst als weisse Ceder zusammengefasst) bis zur Polargrenze der Laubhölzer. Das monotypische *Taxodium* (*T. distichum*: bald cypress), welches durch seine zarten, in Doppelreihen geordneten, im Herbst abfallenden Nadeln den sumpfigen Landschaften zum hohen Schmuck dient, überschreitet kaum das Klima der südlichen Staaten (an der Küste bis Delaware).

Auch von einem anderen Gesichtspunkte zeigen die nordamerikanischen Coniferen, wie ein bestimmter Bau der Organe den klimatischen Bedingungen in viel feineren Bezügen entsprechen muss, als wir übrigens im Zusammenhange der Lebenserscheinungen irgend erkennen vermögen. In mehreren Fällen bemerkt man hier, dass endemische Arten entfernter Länder in demselben Verhältniss einander ähnlicher werden, wie die klimatischen Analogieen wachsen. Es sind Arten, die eben deswegen bestimmten klimatischen Werthen zu entsprechen scheinen, weil sie nach ihrer Organisation so nahe verwandt sind. Man hat sie zuweilen für blosse Spielarten gehalten oder ihnen einen gemeinsamen Ursprung zugeschrieben, aber damit ein Gebiet unbeweisbarer Vermuthungen betreten. Solche vikarirende Arten beider Hemisphären giebt es zwar in vielen Familien, wovon Asa Gray bei der Vergleichung der Ostküsten Asiens und Amerikas eine Zusammenstellung gegeben hat⁴⁰⁾, aber bei einigen Coniferen sehen wir deutlicher, als in anderen Fällen, dass sie ähnlichen Klimaten angepasst sind. Die weisse Tanne, die amerikanische Lärche

und die rothe Kiefer der nordischen Wälder (*P. alba*, *microcarpa* u. *resinosa*) entsprechen nahe verwandten Arten in Nordeuropa und Sibirien (*P. Abies*, *Larix* u. *sylvestris*). Die Weihmuthskiefer und die rothe Ceder der Laubholzzone (*P. Strobis* und *Juniperus virginiana*) stehen in naher Beziehung zu zwei Coniferen, die wir vom Himalaja bis zum östlichen Mediterrangebiet verbreitet fanden (*P. excelsa* und *Juniperus foetidissima*). Das klimatische Verhältniss der östlichen Staaten zu Japan ist durch die kanadische Schierlingstanne, die weisse Ceder und durch die Gattung *Torreya* in Florida ausgedrückt (*P. canadensis*, *Chamaecyparis thyoides* und *Torreya taxifolia* gegenüber den japanischen *P. Tsuga*, *Chamaec. pisiformis* und *Torr. nucifera*). Endlich besitzt auch das Oregongebiet korrespondirende Arten mit Kanada, welche ebenfalls die Uebereinstimmung gewisser klimatischer Werthe andeuten (*P. Mertensii* und *P. canadensis*, *Thuja gigantea* und *occidentalis*, *Chamaecyparis nutkaensis* und *thyoides*).

Bei den Laubhölzern mit periodischer Belaubung ist die grössere Mischung der Arten in den nordamerikanischen Wäldern weit auffallender, als bei den Coniferen. In Indiana fand Prinz Wied die Laubwälder aus 60 verschiedenen Baumarten zusammengesetzt²³⁾. Diese Mischung der Bestände beruht theils darauf, dass die Eichen und Juglande eine grössere Reihe von Arten enthalten, theils wird dieselbe in den östlichen Staaten auch dadurch erhöht, dass einzelne Vertreter tropischer Familien daselbst einheimisch sind und bis in die Laubholzzone vordringen. In einigen Fällen geschieht dies in der Weise, dass die südlicheren Arten immergrün sind, die der nördlichen Gegenden periodisches Laub tragen. Von Bäumen aus vorzugsweise tropischen Familien gehen bis Kanada der Tulpenbaum (die Magnoliacee *Liriodendron*) und eine Laurinee (*Sassafras*), bis New York eine Magnolie (*M. acuminata*) und der Persimmonbaum (die Ebenacee *Diospyros virginiana*), die *Catalpa* (eine Bignoniacee) wahrscheinlich bis Illinois. Dann folgen in den südlichen Staaten noch einzelne Laurineen (*Tetranthera*), Ternstroemiaceen, die Palmen, die Baumlilien (*Yucca*), und ähnlich verhalten sich auch andere Pflanzenformen von tropischem Gepräge⁴¹⁾. Dieselben Familien, zu denen alle diese Gewächse gehören, sind auch in der chinesisch-japanischen Flora vertreten, hingegen keine derselben am Oregon.

Die Erklärung, welche von dem Vorkommen tropischer Organisationen in China gegeben wurde, passt zum Theil auch auf die östlichen Staaten Nordamerikas, wo ebenfalls ein stärkerer Regenfall stattfindet, als in dem grössten Theile Europas. In anderer Beziehung ist die Erscheinung vielmehr mit Japan, als mit China zu vergleichen, insofern auf dem Festlande des östlichen Asiens tropische Pflanzen selbst aus Indien einwandern, auf den Inseln hingegen die Vertreter tropischer Familien meist endemisch sind, also nur eine klimatische Analogie mit den Tropen andeuten. Weder von Cuba und den Bahamas noch von Mexiko sind tropische Organisationen in die atlantischen Staaten gelangt, sondern was diese von ähnlichen Bildungen besitzen, ist daselbst ursprünglich entstanden. Wie Japan durch das Meer von Indien abgesondert ist, so werden die südlichen Staaten von Westindien durch den Golfstrom und von Mexiko durch die Prairien so völlig getrennt, dass nur wenige Vermischungen über diese Naturschranken hinaus stattgefunden haben und der Austausch sich fast nur auf einzelne Küstenpflanzen beschränkt.

Weniger leicht erklärlich ist es, dass die tropischen Familien der östlichen Wälder dem Westen fremd geblieben sind, wo die Gleichmässigkeit des Küstenklimas dem tropischer Gebirge ähnlich und die Regenmenge nicht minder gross ist¹⁴⁾. Es scheint von Bedeutung zu sein, dass die tropischen Organisationen sämmtlich in den südlichen Staaten ihre Heimath haben und von hier aus in die nördliche Laubholzzone vorgedrungen sind, wo die Sommerwärme langsam abnimmt und selbst in Kanada noch höher ist, als an der Küste des Oregon⁵⁾. Wenn auch im Innern des britischen Kolumbien der Sommer wahrscheinlich ebenso warm ist, wie in Kanada, so konnte doch von hier aus nicht leicht eine Einwanderung stattfinden, über weite Waldflächen, wo eine kontinentale Verkürzung der Vegetationsperiode eintritt, und aus denen die Rocky Mountains sich erheben, noch weniger aber im Süden, wo die Prairien den Zwischenraum einnehmen. Allein entscheidend ist der Umstand, dass auch die Flora Kaliforniens kaum Spuren von tropischen Familien enthält und in dieser Beziehung völlig von den südlichen atlantischen Staaten abweicht. Also auch von hier aus war keine Einwanderung solcher Formen in das Oregongebiet möglich. Von Mexiko ist Kalifornien durch die westlichen Prairien und Wüsten völlig abgesondert, aber

dass dieses Land an eigenen Vertretern tropischer Familien so arm ist, darüber wird uns dessen Klima keinen weiteren Aufschluss bieten, als dass auch hier die Sommerwärme geringer ist, als in den östlichen Staaten.

Die im Verhältniss zu Europa vermehrte Anzahl von Bäumen mit zusammengesetzten Blättern in der Zone der Laubbölzer kann ebenfalls als eine Annäherung an tropische Organisationen aufgefasst werden. Nach der Grösse der Blattflächen schliessen sie sich zwar sämmtlich an die Eschenform, auch in dem Falle, wo die Fiedertheilung sich zweimal wiederholt (*Gymnocladus*), aber neben Gattungen der gemässigten Zone (*Frazinus*) finden wir hier auch Leguminosenbäume wie in den Tropenwäldern (*Robinia*, *Gleditschia*); andere stehen in einer gewissen systematischen Beziehung zu den tropischen Sapindaceen (*Negundo*) und Terebinthaceen (die Juglandeem).

Das Vorkommen immergrüner Laubbölzer in den südlichen Staaten erinnert an verwandte Erscheinungen des Mediterrangebiets, zum Theil selbst durch vikariirende Arten gleicher Gattungen (*Quercus virens*, *Olea americana*). Wie dort ist die Lorbeer- und Olivenform nur durch wenige Bäume vertreten, von denen einzelne bis zu höheren Breiten hinaufgehen, eine Laurinee (*Persea carolinensis*) bis Delaware, eine Ilicinee (*Ilex opaca*) sogar bis Kanada. Auch der Waldzone des Oregon sind die immergrünen Laubholzbäume nicht ganz fremd: hier wurde eine kalifornische Kastanie beobachtet, deren Laub an der unteren Seite goldfarbig ist (*Castanopsis chrysophylla*), ferner eine Ericsee, die der südeuropäischen Andrachne gleicht (*Arbutus Menziesii*).

Die eigenthümlichste Form in der südlichen Laubholzzone ist die der Liliaceenbäume, die hier und in den Prairien weit in die gemässigte Zone hinaufrücken. Dem Pandanus im Wuchse nahestehend, ist sie in den Savanenklimate des tropischen Amerikas von Mexiko bis Brasilien weit verbreitet und geht im Süden der atlantischen Staaten, durch eine besondere Gattung (*Yucca*) vertreten, bis zur Mündung der Chesapeakbai (37°). Hier sind indessen die grösseren Arten Südkarolinas, bei denen der einfache Stamm doch auch nur eine Höhe von etwa 12 Fuss erreicht (z. B. *Y. gloriosa*), bereits verschwunden, es bleibt nur noch eine Zwergform übrig

(*Y. filamentosa*), bei welcher die Rosette schilffähnlicher Blätter höchstens einen Fuss vom Boden entfernt auf einem verkürzten Stamme ruht, der aber von einer vier- bis achtfach höheren Blumenrispe weit überragt wird. Aehnliche Verkürzungen der holzigen Stammorgane an der Polargrenze monokotyledonischer Bäume wiederholen sich im Landschaftsbilde der südlichen Staaten auch bei den Palmen und bei den Bambusen. Sie scheinen als ein Massstab für die allmählig abnehmende Dauer der ihrer Vegetation entsprechenden Abschnitte der Temperaturkurve betrachtet werden zu können. Indessen darf dabei die Verschiedenheit in den Wachstumsnormen der einzelnen Arten nicht unberücksichtigt bleiben. Gewisse Zwergformen gehen am weitesten nach Norden, aber es giebt auch ähnliche Arten, deren Temperaturaphäre der der grösseren gleichsteht. In Südkarolina wachsen stammlose Zwergpalmen (*Sabal Adansonii*) zusammen mit der ansehnlichen (30—40 Fuss hohen) Palmetto-Palme (*S. Palmetto*). Die hochwüchsigen Bambusen, die im östlichen Asien so weit nach Norden reichten, scheinen in Nordamerika den Wendekreis nirgends zu überschreiten. Aber die Arundinarien, die im Waldgebiete an deren Stelle treten und bis Virginien, selbst bis Illinois fortkommen, sind in Louisiana von höherem Wuchs (10—20 Fuss), als am Ohio [8 bis 10 Fuss²³]. In ihrer geographischen Anordnung verhalten sich diese Rohrgräser ähnlich wie die Arundinarien der kurilischen Inseln, die dort ebenfalls über die Polargrenze der japanischen Bambusen hinausreichen. Die nordamerikanischen Arten wachsen nicht bloss an Flussufern, deren Alluvionen sie mit einem undurchdringlichen Dickicht zu bedecken pflegen (den sogenannten Cane-Breaks), sondern bilden auch in den Wäldern dichte Gebüsch (*A. macrosperma*), die im Winter grün bleiben, und zwar noch in Gegenden, wo immergrüne Laubhölzer nicht mehr vorhanden sind.

Im ursprünglichen Zustande scheinen die Wälder Nordamerikas, ausser in Newfoundland, nirgends auf weiten Räumen unterbrochen gewesen zu sein. Nicht selbständig daher, wie in den Maquis Südeuropas, sondern als Unterholz im Schatten des Waldes haben die Sträucher und namentlich die immergrünen hier ihre Bedeutung. Während die Oleanderform in Europa in dem grössten Theile des Waldgebiets fehlte, treffen wir sie hier von der südlichen Laubholzzone bis Kanada und bis zur Oregonküste allgemein und besonders

durch schönbelaubte Ericaceen, durch eine Reihe von Rhodoreen vertreten (z. B. *Rhododendron maximum*). Die südlicheren Rhododendren stehen mit den arktischen und alpinen Arten in unmittelbarer geographischer Verbindung. Aus anderen Familien gehören zur Oleander- und Myrtenform mehrere Ilicineen (*Ilex*), einzelne Sapoteen in der südlichen Waldzone (*Bumelia*), am Oregon eine Berberidee (*Mahonia*). Aber die Rhodoreen und die der Myrtenform entsprechenden Vacciniin sind bei Weitem am häufigsten, und die ersteren zählen mehrere besondere Gattungen. Es ist eben eine Eigenheit der nordamerikanischen Vegetationscentren, dass von solchen Ericaceen, sowohl den immergrünen als den periodisch belaubten (z. B. *Azalea*) so zahlreiche Arten vorhanden sind, dass sie sich dort weiter ausgebreitet haben und einen grösseren Raum einnehmen, als in Europa. Das nadelförmige Blatt der Erikenform hingegen ist dem Laube der Rhodoreen ganz untergeordnet (*Empetrum*, *Menziesia*), die Eriken fehlen ganz: nur in Newfoundland wurde die europäische *Calluna*, offenbar als ein eingewandertes Gewächs angetroffen und hat sich neuerlich auch in Massachusetts und Maine auf kleinen Flecken Landes gezeigt. Dies ist eins der seltenen Beispiele von einem Austausch zwischen beiden Hemisphären über das atlantische Meer, indem, was wir sonst an europäischen Gewächsen in Nordamerika finden, sich fast immer in ein einziges, über den Westen und Sibirien zusammenhängendes Wohngebiet zusammenfassen lässt.

Unter den periodisch belaubten Sträuchern der Rhamnus- und Weidenform sind einige durch ihren Bau von den europäischen abweichend oder wegen ihrer geselligen Verbreitung bemerkenswerth. In der südlichen Waldzone nehmen die aromatischen Calycanthen (*Calycanthus*), wie früher bemerkt, eine Mittelstellung zwischen den Magnoliaceen und Myrtaceen ein; der Papaw, eine Anonacee (*Asimina triloba*) bildet oft ausschliesslich das Unterholz. In den nördlichen Laubwäldern ist eine Myricee (*Comptonia asplenifolia*) häufig und dadurch merkwürdig, dass die Gestalt der kleinen, gelappten Blätter und nicht minder deren Nervatur gewissen Proteaceen Neuhollands höchst ähnlich ist, so dass Buch, als er diese Uebereinstimmung bemerkte, die Warnung aussprach, in den Blattabdrücken fossiler Tertiärpflanzen nicht sofort australische Formen erblicken zu wollen, weil dasselbe Adernetz auch hier in einer nordischen Gruppe

noch jetzt vorkomme. Vom Oregon bis zur Insel Sitcha ist ein geselliger Araliaceenstrauch (*Fatsia horrida*) besonders auffallend, dessen 6 bis 12 Fuss hohe Stämme, von grossen, handförmig gelappten Blättern gekrönt, dicht verschlungen und von gelben Dornen starrend dem Eindringen in die Hochwälder leicht ein Ziel setzen: eine Annäherung an die ähnlichen Bildungen des chinesischen Ginseng und an den Strauch, aus welchem auf Formosa des Reispapier bereitet wird.

Die Schlinggewächse der nordamerikanischen Wälder verhalten sich ähnlich, wie die Bäume selbst, es sind europäische und sibirische Gattungen (*Vitis*, *Humulus*, *Menispermum*), mit welchen in der südlichen Laubholzzone tropische Familien, Bignoniaceen und Smilaceen sich verbinden (*Bignonia*, *Smilax*). Auch die Stauden haben im Schatten des Waldes ein tippiges Wachstum: unter ihnen sind einige der artenreichsten Gattungen der Flora enthalten (die Synanthereen *Aster* und *Solidago*).

Offene Landschaften werden in den noch unberührten Wäldern Nordamerikas selten erwähnt: Wiesen sind, wie in Europa, die Begleiter des fliessenden Wassers und in einigen Gegenden, besonders am Oregon, durch ihre nahrhaften Gräser ausgezeichnet [*Triticum*, *Festuca*¹⁹⁾].

Vegetationsformationen. Der Wald ist die einzige Formation, die von Seiten der Anordnung ihrer Bestandtheile uns hier zu beschäftigen hätte, aber nur Weniges ist zu dem, was darüber bereits bemerkt wurde, jetzt noch nachzutragen, um das physiognomische Bild der nordamerikanischen Landschaft zu vervollständigen. Unermessliche Ebenen, aus denen nur wenige und entlegene Gebirgsketten sich erheben, aber reicher bewässert durch Niederschläge, als Europa, theilen sich in eine Reihe von Stromgebieten, deren Anzahl wegen der gleichmässigen Abdachung geringer, deren Wasserreichtum aber um so grösser ist. Ihre Fruchtbarkeit wird gesteigert durch die Mannigfaltigkeit ihrer geognostischen Zusammensetzung. Von den ausgedehntesten Kohlenablagerungen der Erde bis zu den jüngsten Alluvialbildungen liessen hier alle geologischen Zeiträume der Vegetation freien Raum, sich ungestört zu entwickeln und die Stufenfolge der in bestimmten Richtungen geänderten Organisationen zu durchlaufen. Die Vereinigung der Bäume zu gemischten Beständen,

die unter solchen Bedingungen in den wärmeren und feuchteren Gegenden entstanden ist, kann indessen nicht als eine nothwendige Folge des grösseren Wasserzufflusses betrachtet werden. Denn in Europa akklimatisiren sich die nordamerikanischen Bäume leicht, obgleich ihnen hier weniger ergiebige Niederschläge geboten sind. Aber mit der Feuchtigkeit des Bodens scheint die Weiche des Holzes in einer gewissen Beziehung zu stehen. Als im vorigen Jahrhundert die Bäume Nordamerikas zuerst näher bekannt und nach Europa verpflanzt wurden, erwartete man von ihrer Akklimatisation besondere Vortheile für die Forstwirthschaft. Diese Erwartungen sind nicht erfüllt worden, indem sich alsbald herausstellte, dass dieselben an Holzwerth den einheimischen Bäumen Europas nachstehen, während sie sie häufig in der Schnelligkeit des Wachsthum's übertreffen, wie es bei weicheren Hölzern gewöhnlich ist. Von der Weihmuthskiefer (*P. Strobus*) nimmt man an, dass ihre Höhe jährlich um drei bis vier Fuss zunehme⁴²): bei Paris sah man einen Baum in 30 Jahren 80 Fuss hoch und 3 Fuss dick werden. Jene Schilderung von dem häufigen Windfall in den Oregon-Forsten, wo der Boden des Waldes von den niedergestürzten Riesenbäumen bedeckt wird, ist ebenfalls ein Beweis von ihrer kürzeren Wachsthum'speriode, verbunden mit geringerer Widerstandsfähigkeit gegen Störungen von aussen.

Grössere Dichtigkeit und höheres Wachsthum des Unterholzes und Gesträuchs scheint die nordamerikanischen Wälder auszuzeichnen und von denselben Einflüssen abhängig zu sein, wie die raschere Entwicklung der meisten Bäume. Der Papaw (*Asimina*) ist 10 bis 20 Fuss hoch, und dieselbe Grösse erreicht auch das Rhododendron der Laubwälder (*R. maximum*). Sogar in den nordischen Wäldern der weissen Tannig bekleidet dichtes Unterholz den Boden, wodurch sie von der Physiognomie der europäischen Nadelholzbestände abweichen. Oft fand Richardson⁶) diese Tannenwälder Hudsoniens undurchdringlich von Weidengesträuch durchwachsen, welches vornehmlich ihr Unterholz bildet, und er fügt in malerischer Darstellung hinzu, dass, während diese Gebüsche nebst den gefallenen und sinkenden Stämmen vergangener Zeiten den Schritt des weissen Mannes aufhalten, der schwächliche, gewandte Indianer durch das verwachsene Dickicht geräuschlos mit Leichtigkeit hindurchleitet,

unbekümmert um die Wolken verfolgender Muskitos, von denen die Luft erfüllt ist.

Nach den Bestandtheilen des Unterholzes und anderer Schattengewächse lassen sich die Waldzonen Nordamerikas ebenso bestimmt, wie durch ihre Bäume, unterscheiden. In Indiana, also in den nördlichen Laubwäldern, sind die Weiden- und Rhamnusformen noch überwiegend, aber in einzelnen Gegenden bis zum Stromgebiete des Lorenz wechseln dieselben schon mit den Rhodoreen und den Vaccinien. An der östlichen Abdachung der Alleghanys besteht das Unterholz vorzugsweise aus Rhodoreen, oft ausschliesslich aus dem grossen Rhododendron, worauf dann jenseits dieser Gebirgskette im Westen der Papaw und am Mississippi die Arundinarien sich anschliessen. Mannigfacher, aber nicht minder eigenthümlich sind die Schattengewächse in der Waldzone des Oregon gebildet, wo neben jener dornigen Araliacee und der immergrünen Mahonia (*M. aquifolia*) bald kleinere Ericaceen (*Arctostaphylos*) und Vaccinien, bald andere Sträucher europäischer Gattungen, oder auch wohl Farne (*Aspidium munitum*) vorherrschen.

Der säkulare Wechsel der nordamerikanischen Waldvegetation ist noch wenig untersucht worden. Einen anziehenden Beitrag lieferte Credner⁴³), der aus dem Haushalte des Bibers die Entstehung von Wiesen in einem grossen Massstabe ableitet. Dieses über die grössere Hälfte Nordamerikas ungemein häufig verbreitete Nagethier staut, Dämme quer durch die Thäler erbauend, die von sumpfigem Wald und Gestrüpp umwachsenen Flüsse zu Teichen auf, die zum Beispiel in den Landschaften am Lake superior sehr zahlreich sind und deren Grösse zuweilen mehr als hundert Acres messen soll. Nach Simpson ist in der Umgebung der Hudsonsbai sogar die Hälfte alles Waldbodens unter Wasser gesetzt. Werden die Dämme dann von den Frühlingsfluthen eingerissen, so trocknen die Biberenteiche aus, üppiges Gras schießt empor und es bilden sich im Dunkel des Urwalds grünende Wiesenpläne von reichstem Heuertrage, »wohin der Hirsch zu seiner Weide zieht«. Und dies sind fast die einzigen mit Gras bewachsenen Lichtungen im weiten Bereiche der Stromverbindungen, von denen die grossen Süsswasserseen Kanadas gespeist werden. Thiere werden hier zu Pionieren der Bodenkultur und leisten mehr als die Urbewohner des Landes, als die Jäger, die

derselben nur den Weg weisen. Aber mit ihnen müssen auch die Thiere sich zurückziehen und untergehen, wenn neue Menschenrassen sich des Erbes dieser Wälder bemächtigen und sie einer höheren Bestimmung entgegenführen.

Regionen. Die Gebirgsflora Nordamerikas unterscheidet sich von der der östlichen Hemisphäre durch ihre Einförmigkeit und dadurch, dass in viel geringerem Umfange die Pflanzen höherer Breiten auf den südlicher gelegenen Höhen wiederkehren. Die Waldbäume des Nordens und die sie begleitenden Gewächse verhalten sich zwar ähnlich, wie in Europa, die weissen Tannen Hudsoniens bilden über den Laubhölzern die obere Nadelholzregion der nördlichen Alleghanys, aber die alpine Vegetation ist auch da, wo ihr ein hinkänglicher Raum geboten wäre, doch durch verhältnissmässig wenig arktische Pflanzen bereichert worden. Nirgends begegnet man auf den entlegenen Hochgebirgen dem Blüthenschmuck der Alpenmatten, die Sennwirthschaft findet auf diesem Kontinent keinen Boden. Nach der Richtung ihrer Hauptkämme, die den Linien der West- und Ostküsten entspricht, sind die nördlichen Rocky Mountains nebst der Cascadenkette den skandinavischen Fjelden, die Alleghanys in ihrer isolirten Stellung dem Ural zu vergleichen, und auch diese europäischen Meridiangebirge haben eine weit ärmere und einförmigere Flora, als die von Westen nach Osten streichenden Alpen oder der Altai und gar der Himalaja. Fast könnte es scheinen, als ob auf alpinen Bergkämmen, die mit einer breiten Brüstung den polaren Luftströmungen sich entgegen strecken, die Ansiedelung arktischer Pflanzen leichter von Statten gehe. Aber auch die entfernte Lage und der Bau der nordamerikanischen Gebirge sind dem Austausch der Pflanzen weniger günstig, als die durch fast ununterbrochene Verzweigungen verbundenen Erhebungssysteme Europas und Asiens, und auch in dieser Beziehung sind sie den Fjelden und dem Ural ähnlicher.

Die Gebirge des westlichen Waldgebiets bilden nur zwei Gruppen, von denen die eine der Ost-, die andere der Westküste des Kontinents genähert ist. Die erstere, die Alleghanys, erstreckt sich in mehreren Parallelzügen vom Lorenz bis Alabama und umfasst die White Mountains von New Hampshire, welche sich über die Baumgrenze erheben.

White Mountains [44° N. B.] ⁴⁴).

Waldregion — 4100'.

Eichen — 800'.

Laubhölzer mit Coniferen 800'—1950'.

Nadelhölzer (*Pinus alba* u. *balsamea*) 1950—4100'.

Alpine Region. 4100—5850' (Mount Washington).

Alleghanys in Nordcarolina [36° N. B.] ⁴⁵).

Waldregion — 6265' (Black Mountains).

Laubhölzer (Eichen mit *Robinia hispida*; — 3750'.Nadelhölzer (*Pinus nigra* u. *Fraseri*) — 6265'.

Die Alleghanys sind bis zu ihrem Kamm fast überall bewaldet und nur an ihrem Nordende bieten die White Mountains und einige wenige andere, ihnen benachbarte Gipfel der alpinen Flora einen Spielraum über der Baumgrenze. Den unteren Vegetationsgürtel der White Mountains bilden die Laubhölzer, am Fusse des Gebirgs sind 18 verschiedene Arten derselben mit 4 Nadelhölzern gemischt (bis 800 Fuss). Aufwärts nimmt die Mannigfaltigkeit der Laubhölzer ab, bei 2000 Fuss herrschen schon die Nadelhölzer, und die obere Waldregion wird nur noch von zwei Tannen (*P. alba* u. *balsamea*) nebst beigemischten Birken gebildet (1950—4100 Fuss). Asa Gray ⁴⁶) hat die sämtlichen alpinen Gewächse der baumlosen Region aufgezählt. Es sind nur 33 Arten, unter denen 4 endemisch, die übrigen arktisch sind. Obgleich der Raum der alpinen Region, über 1700 Fuss umfassend, verglichen zum Beispiel mit dem der Sudeten, gross genug sein würde, eine reichere Flora aufzunehmen, so scheint doch durch die herrschenden Luftströmungen die Verbindung mit der arktischen Flora erschwert zu sein. Die Nordostwinde kommen aus dem so dürftigen und abgeschlossenen Labrador, die nordwestlichen aus der Hudsonsbai.

Das Niveau, wo der Wald in den White Mountains aufhört, steht mit den klimatischen Bedingungen der Baumvegetation Europas in Einklang. Zwischen Quebec und Boston ⁵) ist hier eine ähnliche Anordnung der Regionen, wie auf den Karpaten, zu erwarten, und so finden wir die Baumgrenze auch zwischen denen der Sudeten und Karpaten in der Mitte stehend.

In den Alleghanys selbst, dieser langgestreckten Reihe von Mittelgebirgen, kann die Anordnung der Laub- und Nadelwälder

mit der in den Alpen verglichen werden. Wenn auf den höchsten Gipfeln, den Black Mountains in Nordkarolina, die Baumgrenze noch nicht erreicht wird (bei 6265 Fuss), so entspricht dies den klimatischen Bedingungen, die in dieser Breite denen des nördlichen Italiens gleichen. Die herrschenden Bäume der Laubholzregion am Grandfather sind Eichen, Kastanien, Tulpenbäume und Magnolien (*Q. alba*, *C. americana*, *Liriodendron*, *M. Fraseri*), nur aus Tannen besteht die Region der Nadelhölzer (*P. Fraseri* u. *nigra*). In dieser wiederholt sich genau der Charakter der dunklen, einsamen Wälder am Lorenzstrom, nur dass die Bäume auf den Alleghanys von Karolina kleiner bleiben, als in den nördlichen Ebenen. Diese Aehnlichkeit erstreckt sich nach Asa Gray auf die ganze Vegetation, auch die Sträucher und Kräuter sind kanadisch, die Glimmerschieferblöcke und die gefallenen Baumstämme mit Moosen und Lichenen dicht überzogen. Das Unterholz der südlichen Alleghanys besteht aus Rhodoreen, Vaccinien und einigen Rosaceen. Den höchsten Reiz entfaltet die Region der Laubwälder. Die Feuchtigkeit erfüllt sie im Mai und Juni mit dem prächtigsten Blüthenschmuck von Rhodoreensträuchern, der anderswo nirgends in Nordamerika an Schönheit übertroffen wird (die häufigsten sind *Rhododendron catawbiense* mit hell purpurnen Blumen, *Kalmia latifolia* rosa- und *Azalea calendulacea* orangefarbig). Dazu kommt, dass zu den Eichen und Robinien sich auch die schönsten Bäume mit grossen, farbigen Blüthen gesellen, drei Magnolien, der Tulpenbaum, die Catalpa.

Die Rocky Mountains und die Sierra Nevada mit der Cascadenkette sind die einzigen Gebirgszüge Nordamerikas, welche sich über die Schneelinie erheben.

Rocky Mountains [51° N. B.] 47).

Waldregion (*Pinus alba*) — 6100'.

Alpine Region. 6100—8100' (Schneelinie).

Cascadenkette [47° N. B.] 48).

Waldregion — 5600'.

Alpine Region. 5600' — Schneelinie, deren Niveau unbestimmt blieb.

Die Schneemassen der höheren Gipfel, welche auf beiden Ketten in einigen Fällen die Höhe des Montblanc übertreffen⁴⁹⁾, sind sehr bedeutend. Wiewohl es daher an Feuchtigkeit und wasserreichen

Flüssen nicht fehlt, hat doch auch hier die alpine Flora bisher nur eine geringe Ausbeute geliefert. Die Ursache liegt im Bau dieser Gebirge, nicht aber, wie weiter südwärts im Gebiete der Prairien, im beschränkten Umfange der alpinen Region. Bourgeau, einer der geschicktesten lebenden Pflanzensammler, der im Bereiche der Quellen des Saskatchewan die Ostseite der Rocky Mountains untersuchte, konnte hier bei längerem Aufenthalte nicht mehr als 460 Pflanzenarten auffinden, die Tannenwälder waren einförmig und wenig zugänglich, die alpine Flora bis zur Schneegrenze dürftig. Da der Reisende in dieser Breite sich schon in der nordischen Zone der weissen Tanne befand, so entbehrten die Wälder des Wechsels der Regionen. Sie bestanden nur aus drei Nadelhölzern, denen Birken und Pappeln beigemischt sind, zwei Tannen, von denen die weisse am höchsten ansteigt, und aus einer Kiefer von niedrigem Wuchs (*P. Banksiana*). Die Baumgrenze fand Bourgeau in demselben Niveau (von 6100 Fuss), wo sie fast unter gleicher Breite auch am Altai liegt. Indem er der alpinen Region einen Niveaumfang von 2000 Fuss zuschreibt, bemerkt er zugleich, dass keine Alpenmatten vorkommen, weil die Gebirgsbäche zu tief in steile Felsthäler eingesenkt wären und deshalb der für eine alpine Vegetation geeignete Boden zu wenig geräumig sei. Aehnlich scheint sich die Cascadenkette am stillen Meere zu verhalten, deren vulkanische Hochgipfel durch niedrige Pässe und Thaldurchschnitte von einander abgesondert sind.

Die merkwürdigste Erscheinung auf diesen Hochgebirgen Nordamerikas besteht darin, dass unter demselben Meridian die Baumgrenze und in etwas geringem Grade auch die Schneelinie der Rocky Mountains sich in südlicher Richtung ungewöhnlich heben. Es wird in dem Abschnitt über die Prairien gezeigt werden, dass die Baumgrenze in der Gegend der Parks (40° N. B.) um mehr als 4000 Fuss höher liegt, als im Quellgebiet des Saskatchewan (51°), und dass dort wegen der Ausdehnung der Wälder bis zu den oberen Gebirgsabhängen für die alpine Flora wenig Raum übrig bleibt. Diese Elevation der Waldregionen steht mit der hohen Lage der Prairien am oberen Lauf des Missouri und Nebraska in Beziehung, wodurch die Wälder ebenfalls in ein höheres Niveau rücken. Am Saskatchewan hören die Prairien auf, hier beginnt das Tiefland Hudsoniens⁵⁰⁾.

Ebenso nimmt an der Westseite der südlichen Rocky Mountains ein hohes Plateau den Raum bis zur Sierra Nevada ein, welches sich nordwärts in die tief gelegene Ebene des Oregon abdacht, dessen Hauptquellen gerade denen des Saskatchewan gegenüberliegen. Von Westen, vom stillen Meere kommen die Regenwinde, deren Feuchtigkeit sich zuerst an der Cascadenkette, dann an den Rocky Mountains niederschlägt. Die Zeit, in welcher Schnee fällt, dauert hier viel länger und verkürzt die Vegetationsperiode der Gebirgsregionen. Unter solchen Einflüssen senkt sich die Baumgrenze und je näher dem stillen Meere, um so tiefer, auf der Cascadenkette (bis 5600 Fuss) nach demselben Gesetz, wie in Portugal und Norwegen. Die Rocky Mountains haben in diesen Breiten eine ähnliche Lage, wie der Altai, der auch mit seinem Fusse das sibirische Tiefland berührt und ebenfalls grossen Strömen den Ursprung giebt.

Vegetationscentren. Durch die geringe Ausbildung eigenthümlicher Gebirgsflora, die in der östlichen Hemisphäre zwar in einigen Fällen entfernte Gegenden verknüpfen, in einem viel grösseren Massstabe aber die Wanderungen der Pflanzen hemmen und zurückhalten, fehlt in dem westlichen Waldgebiete eine Hauptbedingung sowohl des Endemismus als der Mannigfaltigkeit der Erzeugnisse. Auf diesen weiten Ebenen sind die Wohngebiete der Pflanzen gross und, wie in Nordeuropa und Sibirien, weniger durch die Configuration des Kontinents als durch den allmäligen Wechsel des Klimas bestimmt. Jede der fünf Waldzonen hat ihre besondere Vegetation, aber ihre Centren sind von ungleicher Ergiebigkeit. Aus Newfoundland sind nur wenige endemische Gewächse bekannt geworden, auch die nördliche Zone Hudsoniens ist einförmiger, als das Oregongebiet, und dieses steht in dem Reichthum und der Eigenthümlichkeit seiner Flora gegen die östlichen Staaten wiederum zurück⁵¹). Zum Theil erklärt sich dies daraus, dass mit zunehmender Wärme und verlängerteter Dauer der Vegetationsperiode die Organisationen mannigfaltiger werden, aber hier lässt es sich zugleich auch deutlich nachweisen, dass der erleichterte oder erschwerte Austausch zwischen den Vegetationscentren zu der ungleichen Ausstattung der einzelnen Waldzonen mitwirkt.

Durch die verschiedene geographische Lage nämlich wird es erst erklärlich, dass der Endemismus in den beiden östlichen

Laubholzonen am grössten, in den nördlichen Nadelwäldern am geringsten ist. Die Uebereinstimmung der arktischen Flora in allen Meridianen ist in den höheren Breiten des Waldgebiets, wo die Behringstrasse dem Zusammenhange zwischen den Floren Asiens und Amerikas kaum eine Schranke setzt, bis zu einem gewissen Grade noch erkennbar. Nach Süden nimmt das Verhältniss der beiden Kontinenten gemeinsamen Arten in demselben Masse ab, wie die Küsten aus einander treten. Hinds¹⁰⁾ sprach die Ansicht aus, dass ungefähr die Hälfte der in den Wäldern von Alaska vorkommenden Pflanzen sich auch in Sibirien und Europa finde, was indessen nur als eine Schätzung zu verstehen ist und nicht auf genaueren, systematischen Vergleichen beruht. Gewiss aber ist, dass die in den südlicher gelegenen Waldzonen Nordamerikas einheimischen, europäischen Arten aus dem Norden abstammen, es sind nordische Gewächse, die auf den Meridianen beider Kontinente sich auch südwärts verbreitet haben. Ihre Anzahl ist in den atlantischen Staaten geringer, als am Amur, aber in beiden Fällen sind es grösstentheils dieselben Arten⁵²⁾. Wie wir gesehen haben, dass in der Richtung von Europa bis zum östlichen Sibirien die Flora sich allmählig ändert, so ist auch in Nordamerika die Grösse des geographischen Abstandes, mit welcher die Hindernisse der Wanderung wachsen, das bedeutendste Moment, wovon das Eindringen europäischer Gewächse in die dortigen Waldzonen abhängt. Nun ist aber der Weg über die Kontinente von Europa bis zu den atlantischen Staaten nicht bloss der weiteste, sondern die Verbindung ist auch dadurch beengt, dass die Zone der Nadelwälder zwischen den Prairien und der Hudsonsbai am schmalsten ist. Kanada erscheint daher in weit höherem Grade abgesondert, als die Westhälfte des Kontinents. Die östlichen Staaten haben, von zwei Meeren und den Prairien eingeschlossen, in Bezug auf den Austausch mit anderen Floren gleichsam eine insulare Lage und stehen nur durch einen bewaldeten Isthmus am Winipegsee mit dem Westen in Verbindung. Die Trennung der Oregonflora von der atlantischen Laubholzzone wird ferner dadurch befördert, dass dieser Isthmus durchaus von der nordischen, also einförmigeren Zone der weissen Tanne eingenommen wird, und dass ausserdem noch die Rocky Mountains dazwischen liegen, welche den Austausch zwischen dem Westen und

Osten hemmen. Asa Gray⁴⁶⁾ hat durch seine Vergleichenungen ermittelt, dass nahezu der vierte Theil (515 Arten) der in der nördlichen Laubholzzone einheimischen Pflanzen die Rocky Mountains nicht überschreitet, und dass vier Fünftel derselben (1675 Arten) das Küstenklima des stillen Meers nicht erreichen. Hiedurch erhalten wir einen Massstab, wie die Absonderung der Vegetationscentren durch das Relief, aber in viel höherem Grade durch den Wechsel des Klimas befördert wird. Ueber das Verhältniss der südlichen und nördlichen Staaten sind ähnliche Untersuchungen noch nicht angestellt worden. Wir wissen nur, dass in diesen ununterbrochenen Ebenen zu beiden Seiten der Alleghanys der Austausch, soweit das Klima es gestattete, unbehindert war. Asa Gray konnte als endemisch für die nördliche Laubholzzone nur 71 Arten (etwas über 3 Procent der Gesamtzahl) aufzählen. In den südlichen Staaten wird der Endemismus viel stärker ausgeprägt sein, weil die nördlichen Pflanzen leichter nach Süden, als die südlichen nach Norden vordringen können.

Die Selbständigkeit der Flora des nordamerikanischen Waldgebiets ist in einer grossen Zahl eigenthümlicher Gattungen ausgedrückt. Asa Gray findet, dass von denen allein, welche die nördliche Laubholzzone bewohnen, reichlich die Hälfte (694 : 353) der europäischen Flora fremd ist, beinahe der vierte Theil auch der asiatischen. Er erklärt 120 Gattungen als charakteristisch für diesen Theil des Gebiets und zählt unter diesen 37 monotypische auf, eine Zahl, die beträchtlich höher ausfallen würde, wenn man das ganze Waldgebiet zusammenfasst. Kontinental erscheinen die endemischen Gattungen in doppelter Beziehung, einmal insofern die meisten nicht monotypisch, sondern durch Reihen endemischer Arten vertreten sind⁵³⁾, sodann durch ihre zwar meist bestimmt eigenthümliche, aber doch den grösseren Familien sich anschliessende Organisation. Die Fälle von zweifelhafter systematischer Stellung sind hier selten (z. B. *Galax* neben den Ericen): die Familien werden eben dadurch gross und natürlich, dass ein weiter, kontinentaler Raum der Entstehung verwandter Organisationen geboten war. Wie auf dem östlichen Kontinent in der gemässigten Zone die Umbelliferen und Cruciferen sich reich entfaltet haben, so hier gewisse Gruppen der Syanthereen und Ericen.

Unter den Familien zählt Asa Gray⁴⁶⁾ 26 Gruppen oder isolirte Gattungen, die nicht in Europa vorkommen, aber grösstentheils den wärmeren Gegenden angehören und in der nördlichen Laubholzone kaum 3 Procent der Phanerogamen ausmachen. Die meisten dieser Familien finden sich auch im östlichen Asien (18), unter den übrigen sind nur die Hydrophyllenen als rein amerikanischer Typus bemerkenswerth. Von diesen sind nämlich jetzt bereits 13 Arten aus den nördlichen atlantischen Staaten bekannt geworden. Andere ebenfalls auf Amerika beschränkte Familien, die Cacteen, die Loaseen und Bromeliaceen berühren das Waldgebiet kaum oder sind daselbst nur durch einzelne Arten vertreten.

Der Reichthum der Flora möchte wohl dem des europäisch-sibirischen Tieflandes gleichkommen, ist aber auch in den südlichen Staaten nirgends mit dem des Mediterrangebiets zu vergleichen. Meine Schätzungen über die Flora des ganzen Waldgebiets, welche durch die bisherigen Forschungen ziemlich ebenso sehr, wie Europa, erschöpft ist, erreichen kaum 5000 Arten. Durch die Abwesenheit reicher Gebirgsfloren, durch die Gleichförmigkeit der physischen Einflüsse und die erschwerte Einwanderung aus den Nachbarfloren erscheint Nordamerika ungeachtet seiner hohen Produktionsfähigkeit ärmlicher ausgestattet, als Europa. Dazu kommt aber auch, dass das nordamerikanische Waldgebiet, durch die Prairien und durch das Zurücktreten der arktischen Waldgrenze an der Hudsonsbai eingeengt, wohl nur halb so gross ist, als das europäisch-sibirische⁵⁴⁾.

Die Aehnlichkeit der Lebensbedingungen ist ferner dadurch angedeutet, dass, obgleich in den einzelnen Waldzonen die Arten so oft und auch die Gattungen mitunter verschieden sind, doch die vorherrschenden Familien in höherem Grade unter einander übereinstimmen, als man erwarten möchte. Die durch einen weiten Raum getrennten Vegetationscentren haben hier doch ähnliche Organisationen erzeugt, die gewissen gemeinsamen Faktoren des Klimas, der Bewässerung, des Waldschattens anzupassen waren. In der Reihenfolge der vorherrschenden Familien⁵⁵⁾ treten bei der Vergleichung mit Europa diese Aehnlichkeiten hervor, wenn wir auch ihren Bedingungen nicht überall zu folgen vermögen. Die Cruciferen, die Umbelliferen und Caryophyllenen sind vermindert, die dem feuchten Humusboden entsprechenden Cyperaceen und Ericaceen sind vermehrt.

Unter den Synanthereen, der grössten Familie in beiden Kontinenten, überwiegen hier die üppiger vegetirenden Asteroiden und Heliantheen, die Anthemideen und Cichoraceen Europas sind nur durch eine kleine Anzahl von Gattungen schwach vertreten.

Auf der anderen Seite konnte zwar im Allgemeinen die Ungleichheit der Waldzonen als ein Ausdruck der Verschiedenheiten ihres Klimas gelten, aber von gewissen Eigenthümlichkeiten ihrer Vegetation ist doch keine klimatische Beziehung nachzuweisen. Das üppigere Wachstum des Unterholzes und der Schattengewächse des Waldes kann als eine Wirkung des stärkeren Regenfalls aufgefasst werden, aber die Mischung der Laubholzbestände, die Höhe der Bäume im Oregongebiet und im Gegensatz dazu ihre durchschnittlich geringere Grösse in den atlantischen Staaten bleiben unerklärt. Es sind dies Erscheinungen aus dem Lebenskreise der einzelnen Arten oder sie entsprechen dem Bildungstypus bestimmter Vegetationscentren, gleichsam als ein Zeugniß von dem Streben der Natur nach Mannigfaltigkeit der Landschaftsbilder. Durch die Feuchtigkeit des Klimas kann die Höhe des Baumstamms befördert werden, wenn dadurch das Wachstum der Gipfelknospe beschleunigt wird. Aber auch das Gegentheil kann eintreten, wenn es darauf ankommt, durch frühzeitige Unterdrückung dieses Wachsthum's den Gefahren der Sturmwinde sicherer auszuweichen. Die Mischung der Bestände wird sich da erhalten, wo demselben Centrum verschiedene Bäume entsprossen sind, deren Lebensbedingungen übereinstimmen und deren Kräfte, auf ihrem Standorte sich zu behaupten, im Gleichgewichte stehen. Im Bereich anderer Centren können ebenso viele Arten vorhanden sein, aber die einzelnen unterscheiden sich durch ihre Nahrungsbedürfnisse und trennen sich nach den Bodenarten, die ihnen zusagen und ihre Lebensenergie erhöhen.

Durch die Kolonisation ist eine umfassende Ansiedelung europäischer Gewächse erfolgt, die neben der Bodenkultur in die Physiognomie der nordamerikanischen Wälder umgestaltend eingreift. Diese Pflanzen hat Asa Gray⁴⁶⁾ in seinen Untersuchungen über die Statistik der Flora von den einheimischen oder durch natürliche Wanderungen einheimisch gewordenen Arten sorgfältig ausgeschieden. ihre Anzahl beläuft sich nach ihm in der nördlichen Laubholzzone auf 260 Arten. Durch ihre Vertheilung in den atlantischen

Staaten wird ihr Ursprung unmittelbar vor Augen gelegt. Man hat bemerkt, dass sie an der Ostseite der Alleghanys, die früher mit dem europäischen Ackerbau in Verbindung trat, weit häufiger sind, als im Inneren. Die Kulturpflanzen begleitend und mit dem aus Europa eingeführten Saatkorn verpflanzt, haben sie an manchen Orten massenhaft wuchernd die einheimische Vegetation fast ganz verdrängt (zu den häufigsten gehört *Echium vulgare* in einigen Gegenden Virginians). Je weiter man über die Alleghanys in das Innere Nordamerikas eindringt, wo der Wald erst später gelichtet wurde, desto mehr treten diese fremden Erzeugnisse zurück, die künftig ohne Zweifel auch hier ihre Kraft in dem Kampfe um den Boden bewähren werden. Denn in dem gleichmässiger bewaldeten Nordamerika sind unter den einheimischen Stauden und Kräutern die Schattengewächse am stärksten vertreten und weniger Arten auf den offenen Boden angewiesen, als in Europa. Die ersteren können nach der Lichtung des Waldes nicht fortbestehen, und nun fallen diesen Räumen, denen die beschattenden Bäume entzogen sind, zuerst die Kulturen, dann aber auch jene zahlreichen Pflanzen zu, welche aus den waldlosen und intensiver beleuchteten Formationen Europas abstammen und die zugleich die Feinde der Kultur sind.

XIII.

Prairieengebiet.

Klima. Die Prairien sind die Steppen Nordamerikas. In der westlichen, wie in der östlichen Hemisphäre, nehmen baumlose Ebenen den inneren Raum des Kontinents ein, wo die Winterkälte streng ist und die regenlose Periode des Jahrs das Pflanzenleben einschränkt. Die Uebereinstimmung der Vegetation beruht auch in den Prairien auf den drei Jahreszeiten der Steppe, ihre kurze Entwicklungszeit wird unter vortübergehenden Niederschlägen eingeleitet, bald wieder durch Dürre und später durch den Winter unterbrochen. Wie in den Steppen ist die Bewaldung entweder an fließendes Wasser gebunden oder auf die geneigten Abhänge von Gebirgsketten zurückgedrängt. Wie dort, verwandelt sich das Weideland in gewissen Gegenden, die der Niederschläge entbehren, in wasserlose Wüsten.

Dennoch sind weder die geographische Lage, noch die plastische Bildung des Reliefs in den Steppen und Prairien gleichartig. Die Aehnlichkeit des Klimas ist nicht eine Folge derselben atmosphärischen Bedingungen. Durch grosse Ströme, die das Meer erreichen, sind die Prairien reicher bewässert, als die Steppen Asiens, die Zuflüsse des Mississippi, die Thalfurchen des Colorado und des Rio Grande del Norte werden aus dem Schnee der Rocky Mountains gespeist. Aber den Irrigationen des Bodens bieten diese Ströme nur selten dieselben Vortheile, wie die asiatischen, weil sie durch ungewöhnlich tiefe Erosionen zwischen unzugänglichen Felswänden oft so tief in die Fläche einschneiden, dass in den Schluchten oder sogenannten Cañons kein urbarer Thalboden übrig bleibt, zuweilen nicht

einmal Baumwuchs sie begleitet, oder auch nur an die Herstellung einer Strasse gedacht werden kann. Die Cañons entstehen da, wo Flüsse von fernen Gebirgen ausgehend über weiche Gesteine mit starkem Gefälle hinabgleiten und durch die Dürre der Hochfläche, in welche sie einschneiden, die Abwaschung ihrer Thalwände von den Seiten aus gehemmt war. Es giebt Hochebenen, wie der unwirthbare Llano estacado an der Grenze von Texas und Neu-Mexiko, die von steilen Felsabstürzen so vollständig eingeschlossen sind, dass kaum ein Zugang möglich ist. Einige Abschnitte des Coloradothals im Süden von Uta haben wegen ähnlicher Schwierigkeiten noch gar nicht erreicht werden können.

Die Regenlosigkeit am Schlusse der Vegetationsperiode ist nicht, wie in Südrussland, die Folge einer herrschenden Polarströmung. Nur mit denjenigen Landschaften des Steppengebiets sind die atmosphärischen Bewegungen der Prairien zu vergleichen, wo die Aequatorialwinde trocken sind, weil sie auf den dem Meere gegenüber liegenden Gebirgsketten ihren Wasserdampf verloren haben. Allgemein überwiegen¹⁾ am Oregon und in den Landschaften am Missouri die westlichen, pacifischen Luftströmungen, denen die kalifornischen Küstenketten und die Rocky Mountains die Feuchtigkeit entziehen, welche aus den Stromquellen dieser Gebirge zum Meere wieder zurück fliesst, ohne der Prairienfläche selbst zu Gute zu kommen. Die Niederschläge, welche diese selbst treffen und ihre Vegetation zu rasch vorübereilender Entfaltung wecken, treten bei anderen Windesrichtungen ein, sie sind von kurzer Dauer und von gewissen Gegenden fast ganz ausgeschlossen.

Man kann mehrere Abschnitte der Prairien nach dem Zeitpunkt und der Bedeutung ihrer Vegetationsperiode unterscheiden, deren Charakter theils vom Relief des Bodens, theils von der geographischen Lage abhängt. Wie in den Steppen, sind auch hier die Hochländer von den tiefer gelegenen Landschaften gesondert, aber nicht, wie dort, von Süden nach Norden, sondern in östlicher Richtung zum Mississippi abgedacht. Die Rocky Mountains bilden das östliche, die kalifornische Sierra Nevada das westliche Randgebirge einer Hochfläche, die zwischen ihnen eingeschlossen ist und südwärts mit Mexiko in ununterbrochenem Zusammenhange steht.

Diesseits der Rocky Mountains liegen die östlichen Prairien,

deren Gewässer in den mexikanischen Golf fliessen. Dieser Theil des Gebiets kann als eine schiefe Ebene aufgefasst werden, deren mittleres Niveau am Fusse der Rocky Mountains etwa zu 5000 Fuss²⁾ ansteigt und deren Abdachung, die dem Reisenden, der diese wellig gebauten Flächen durchwandert, kaum bemerklich ist, in der Meridianlinie des Mississippi zu dem Tieflande der Wälder allmählig herabsinkt. Auf dieser geneigten Ebene müssen westliche Luftströmungen sich stetig erwärmen, je weiter sie hinabgleiten, und schon deshalb von heiterem Himmel begleitet sein. Nur wenn sie von entgegengesetzten Winden verdrängt werden, die vom atlantischen Meere oder den kanadischen Seen kommend die Prairien hinaufwehen, entstehen hier die Wolkenbildungen, welche den Winter hindurch den Boden in Schnee hüllen und im Frühling die Vegetation zu rascher Entwicklung treiben. Der Verlauf der Jahreszeiten zu Fort Union im nördlichsten Theile dieser Prairien (48° N. B.), wie der Prinz Wied denselben zuerst darstellte¹⁾, giebt ein deutliches Bild von der Uebereinstimmung des Klimas mit dem der Steppen Russlands. Die Atmosphäre ist im Allgemeinen trocken und stürmisch. Auf den strengen, anhaltenden Winter folgt im Frühling die nasseste Jahreszeit, während welcher die Prairien in Blüthe stehen, die in den übrigen Monaten nur verdorrtes, oder mit Schnee bedecktes Gras tragen. Denn von der Mitte des Juli hebt eine durchaus trockene Periode an, welche fast ohne atmosphärische Niederschläge bis zum Ende des Herbstes dauert. Wie in den russischen Steppen, wird also auch hier die Vegetation gleichsam durch einen doppelten Winterschlaf unterbrochen. Während des Aprils fallen zuweilen noch heftige Schneestürme ein, vor dem Mai bricht das Laub bei den Indianerdörfern nicht hervor, wohl etwas früher in den Uferwaldungen, aber man hat auch erlebt, dass am Ende dieses Monats die Bäume am Missouri noch nicht grün waren. Im Mai entfalten sich auch die Blumen der Prairie, aber Ende Juni waren die Hügel um Fort Union schon fast blüthenleer. Damals war das ganze Land nur noch mit kurzem, trockenem Grase bedeckt, worauf in rundlichen Flecken die niedrigen Saftstämme einer Cactee in Menge vertheilt lagen (*Opuntia missouriensis*), die nun ihre gelben Blüthen gleichzeitig mit einer Artemisie entwickelten (*A. gnaphalodes*). So dauert die Vegetationszeit in den Prairien nur von Mai bis Juli, und doch

ist der Juli der einzige Monat, in dem es keine Nachtfröste giebt. In den Waldungen am Stromufer hingegen erhält sich das Laub bis in den Oktober. Erst im November gefriert der Missouri, dann bleibt der Schnee liegen und schwindet erst wieder im März. Die Erdkrume in diesen Prairiesen besteht aus einem sandigen Thonboden, der oft salinische Gemengtheile einschliesst. Dennoch würde er für den Ackerbau fruchtbar genug sein, wenn der vom Hochlande der Rocky Mountains unaufhörlich wehende Wind ihn nicht so sehr austrocknete. Die Indianer bauen hier zwar Mais, aber mit Erfolg nur in den Stromniederungen, die gegen den Westwind geschützt sind. Kulturoasen von Bedeutung können in den Prairiesen überhaupt nur da entstehen, wo, wie am Salzsee von Uta, eine Irrigation des Bodens möglich ist. Auch in Neu-Mexiko ist der Ackerbau allgemein an künstliche Bewässerung gebunden, wird aber, wie Emory³⁾ bemerkt, unter amerikanischer Herrschaft stets darnieder liegen, weil die bei einem solchen System nothwendige despotische Verwaltung der Gemeinden zu wenig mit den dortigen Sitten übereinstimmt.

Aus der höchsten Bodenanschwellung der nördlichen Prairiesen [5600 Fuss²⁾] erheben sich die Rocky Mountains als waldige Ketten oder in einzelnen Gipfeln, zwischen denen die Pässe, die hintberfahren, den Steppencharakter bewahren. Sobald die Ansiedler, die mit ihren Lastthieren vom Mississippi nach Kalifornien ziehen, diese Wasserscheiden überschritten haben, beginnen die Schwierigkeiten, das Vieh zu ernähren und zu tränken. Auf der Abdachung zum Tieflande wurde die Ebene von zahlreichen Flusslinien durchschnitten, nur selten fehlte es an trefflichen Weideplätzen, wo die Büffel zur Jagd einluden und in unermesslichen Schaaren die Einöde belebten. Nun aber ist selten noch ein jagdbares Thier zu erbeuten, es folgt zwischen den Gebirgspässen und der Sierra Nevada, im Niveau von etwa 4000 bis 5000 Fuss, ein wüstes, zum grossen Theile unbewohnbares Hochland, eine vom Oregon und Colorado umflossene Mulde mit vereinzelt Hebungssystemen, die nach Bodenbeschaffenheit und Gefälle mit den unwirthbarsten Gegenden Persiens verglichen werden kann. Dies ist die nordamerikanische Salzwüste, welche nach Frémont¹⁾ das grosse, innere Bassin genannt wird. Hier ist der ebene Boden ohne Wasser, ohne Graswuchs, viele

Tagereisen weit dürr und quellenleer; die Binnengewässer, die in den Gebirgen entspringen, versiegen in der Wüste oder in salzigen Seen. Von den Prairien des Missouri und Oregon unterscheidet sich die Salzwüste durch excessive Dürre, felsigen Boden mit vulkanischen Gesteinen, durch allgemeineren Salzgehalt der Erdkrume und zufolge dieser Bedingungen durch den Mangel an Weidegründen. Doch giebt es da, wo die von den Gebirgen einströmenden Flüsse weniger tief in die Ebene einschneiden, oder vermöge der aufgesetzten Bergmassen selbst gewisse Linien, auf denen, wie in der Sahara, die Durchmärsche selbst mit Heerden möglich sind, oder auch von der allgemeinen Oede ausgesonderte Oasen, unter denen die der Mormonen von Uta die bedeutendste zu sein scheint. In der Breite dieser Ansiedelungen (41° N. B.) ist der Durchmesser der Salzwüste am grössten und beträgt wenigstens 120 g. Meilen⁴⁾. Von hier aus nehmen die Niederschläge sowohl in westlicher als in südlicher Richtung rasch ab und fehlen zuletzt auf weiten Strecken ganz⁵⁾, indem von der Binnenseite der Sierra Nevada bis zum Gila (33° N. B.) regenlose Landschaften sich ausdehnen. Da auf allen Seiten die Salzwüste von höheren Gebirgen umgeben und durchsetzt wird, so hat jede Luftströmung, aus welcher Richtung sie auch wehen mag, ihren Wasserdampf verloren, ehe sie das Innere dieser Mulden erreichen kann. Am Südrande, wo der Gila sich mit dem unteren Colorado vereinigt, beträgt die jährliche Regenmenge nur 3 Zoll. Die Vegetation besteht im Bereich der ganzen Salzwüste fast nur aus zerstreut wachsenden Chenopodeensträuchern (*Sarcobatus*, *Atriplex canescens*) und geselligen Artemisien, oft ist der Boden von organischem Leben durchaus entblösst.

Während im Norden die Prairien durch die Baumgrenze des Waldgebiets⁶⁾ am Saskatchewan und Kolumbia scharf abgeschlossen sind, ist der Uebergang zu den tropischen Landschaften Mexikos im Süden ein allmäliger und wird durch ununterbrochene Hochebenen vermittelt. In Neu-Mexiko verlieren sich die Ketten der Rocky Mountains in der Fläche des Hochlandes, durch einen weiten Raum ist hier der Zusammenhang der grossen Meridiangebirge Amerikas unterbrochen. Da diese Lücke zwischen den Rocky Mountains und den mexikanischen Anden durch das Tafelland der südlichen Prairien gleichmässig ausgefüllt wird und die nach Westen oder nach

Osten fließenden Gewässer nur durch unbedeutende Bergzüge⁷⁾ geschieden sind, so zeigen Klima und Vegetation von der Sierra Madre in Sonora bis zum innern Texas und vom Gila bis zum Wendekreise einen übereinstimmenden Charakter. Das obere Stromgebiet des Rio del Norte, sowie der Norden Mexikos diesseits der Tropen besteht durchaus aus dürren Landschaften⁸⁾, zum Ackerbau genügen die atmosphärischen Niederschläge nicht, auch hier sind die Wälder von der ebenen Hochfläche ausgeschlossen⁸⁾ und auf die Bergabhänge eingeschränkt. Die Regenarmuth ist schon eine Folge der hohen Lage dieser Plateaus, das mittlere Niveau der Thalfurche von Neu-Mexiko beträgt gegen 4000 Fuss und steigt in Santa Fé, sowie im südwestlichen Chihuahua auf 6—7000 Fuss⁹⁾, um allmählig in die gleich hoch gelegenen tropischen Hochebenen überzugehen. Aber auch von auswärts empfangen die südlichen Prairien wenig Wasserdampf. Die Polarwinde wehen von den Prairien des Mississippi-gebiets herüber und verlieren auf dem weiten Wege, den sie von ihren Dampfquellen bis hieher zurückzulegen haben, ihre Feuchtigkeit. Dass bei westlichen Luftströmungen die Heiterkeit des Himmels nur unter besonderen Bedingungen gestört wird, ist eine Wirkung der in dieser Richtung vorliegenden Sierra Madre, der Cordillere von Sonora, scheint aber wenigstens zum Theil auch mit der niedrigen Temperatur des die kalifornische Halbinsel bespülenden Meeres in Beziehung zu stehen, wie an einem andern Orte näher erörtert werden wird.

So ist das Klima der südlichen Prairien dem der nördlichen ähnlich, trocken, aber weniger excessiv, als in den höheren Breiten. Ein besonderer Unterschied besteht sodann in einer veränderten Anordnung der Jahreszeiten, die Vegetationsperiode rückt vom Frühling in den Sommer. Ungeachtet der geringeren Kälte gewinnt dieselbe doch nicht an Dauer. Denn wenn auch der winterliche Schneefall aufhört, so umfasst der Mangel an Niederschlägen und die Dürre des Bodens um so längere Zeiträume. Zu Santa Fé in Neu-Mexiko (36° N. B.) ist der Himmel fast das ganze Jahr heiter¹⁰⁾. Indessen bemerkt man im Thale des Rio Grande eine Regenzeit, die vom Juli bis zum Oktober dauert und zunächst weder beständig noch ergiebig ist, aber in der Richtung zum Wendekreise an Häufigkeit der Niederschläge zunimmt. Dieser Sommerregen, wahrscheinlich eine Folge

der Vermischung beider Passate an deren Polargrenze in diesen Monaten (32° N. B.) bewirkt, dass die Entwicklung der Prairiepflanzen hier nicht, wie in höheren Breiten, im Frühling, sondern in einer viel späteren Jahreszeit stattfindet. So stand die Hochebene zwischen El Paso und Chihuahua, als Wislizenus sie im August durchreiste, in voller Blütenpracht. Der Vegetationscharakter von Neu-Mexiko ist zwar durch die Beschränkung des Baumwuchses auf die Flussthäler und die Gebirge, durch die beträchtliche Anzahl übereinstimmender Arten, auch durch gleiche Halophyten aus der Familie der Chenopodeen, sowie durch die Cactusform dem der nördlichen Prairien ähnlich: allein ebenso bestimmt stellt sich eine Annäherung an die mexikanische Flora heraus. Diese ist schon durch die erhöhte Mannigfaltigkeit succulenter Gewächse, durch die Agaven und zahlreichere Cacteen ausgedrückt, vorzüglich aber durch die allgemein verbreiteten Gesträuchformationen, die Mezquites, die aus Mimosen bestehen, oder die Chaparals, die aus Dornsträuchern gemischt sind.

An den beiden Abdachungen der südlichen Prairien zum mexikanischen und zum kalifornischen Meerbusen, in Texas und Sonora, ist das Klima feuchter, als im inneren Hochlande. Die Seewinde äussern hier ihren Einfluss. Nicht so sehr in der Regenmenge des ganzen Jahrs spricht sich dies aus⁵⁾, als in der verlängerten Vegetationsperiode. Die Nähe der Tropen verstärkt überhaupt die einzelnen Niederschläge, und daher sind selbst in dem dürren Klima von Neu-Mexiko 20 Zoll Regen im Jahre nichts Ungewöhnliches, aber je nachdem sie stetiger und regelmässiger längere Perioden hindurch anhalten, berühren sie den Charakter der Vegetation durch Aufnahme neuer Pflanzenformen. Wo die Befeuchtung des Bodens einen grösseren Theil des Jahrs umfasst, mischen sich Waldungen in die Prairiefloren, und so werden auch hier die Küstenlandschaften von Texas dem Ackerbau auch ohne Irrigationen zugänglich. In dem nordöstlichen Theile dieses Staats ist die Vegetation noch der von Louisiana ähnlich¹¹⁾, aber westwärts von der Wasserscheide des Rio Brazos und des texanischen Colorado beginnt eine eigenthümliche Flora, die hier mit den Gesträuchen und Succulenten der südlichen Prairien in Verbindung tritt. Sie enthält eine beträchtliche Reihe von endemischen Gewächsen, die grösstentheils Gattungen der süd-

lichen Staaten des Waldgebiets entsprechen, in einigen Fällen aber auch an mexikanische Formen sich anschliessen. Mit diesen texanischen Prairien und ihren Chaparals wechseln zuweilen die in den Gegenden des unteren Rio del Norte als Post-oak-Land bezeichneten Eichenwälder¹²⁾, deren herrschende Arten von denen der Golf-Staaten nicht verschieden sind (*Q. virens* u. *stellata*). Diese doch immer nur waldarmen Terrassen des texanischen Tieflandes bilden daher bis zum Wendekreise ein Uebergangsbereich zwischen den drei Nachbarflora mit einem gewissen Grade der Selbständigkeit, wo der Baumwuchs, als eine Wirkung zweimaliger Regenperioden, in die Ebene der Prairien eintritt. Mit dem Februar nämlich beginnt hier die Entwicklung der Pflanzen, ein Frühling, dessen Niederschläge bis zum Mai oder Juni den Boden befeuchten; dann folgt die trockene Jahreszeit, der mit dem September die Herbstregen folgen, welche die Vegetation auf's Neue in Trieb setzen und manchen einjährigen Gewächsen eine holzige Beschaffenheit des Stengels verleihen. Das Klima von Texas erinnert demnach an Südeuropa, ohne dass jedoch die atmosphärischen Bedingungen der beiden Vegetationsepochen dieselben wären.

Die bis jetzt weniger bekannte Flora des Tieflands von Sonora⁹⁾, welche ostwärts durch die Sierra Madre begrenzt wird, ist ebenfalls durch ein feuchteres Klima bevorzugt, durch welches hier sogar die Chaparals verdrängt werden. Statt dieser Gesträuche ist die Abdachung des inneren Landes mit einer dichten Decke reinen Graswuchses bekleidet, während auf den Höhen Nadelwälder, an ihren Abhängen Gebüsche und Baumgruppen von immergrünen Eichen auftreten. Auffallender ist, dass in der Nähe des Meers die nackte Steppe mit ihren dornigen Sträuchern wieder erscheint, hier also das Klima wieder trockener wird, wie auf der gegenüber liegenden kalifornischen Halbinsel, unstreitig, weil die Seewinde erst, indem sie zu den Höhen der Sierra Madre hinaufwehen, ihre Feuchtigkeit abgeben.

Haben wir bisher aus der Vertheilung und dem Masse der Niederschläge die Gliederung der Prairieflorea fast ausschliesslich ableiten und hiernach ihre klimatische Vergleichung mit den asiatischen Steppen begründen können, so ist nun noch die Frage aufzuwerfen, in wiefern auch in der Temperaturkurve eigenthümliche

Charakterzüge gegeben sind. Man kann im Allgemeinen in Nordamerika wohl ein weniger kontinentales Klima erwarten, als in Asien, theils wegen der geringeren Grösse des Festlandes, theils weil die westlichen Luftströmungen in höherem Grade überwiegen. Es fehlt hier der grosse Aspirationsraum, welcher in der alten Welt von der Sahara und Arabien aus auf die nordöstlich gelegenen Gegenden einwirkt und in der wärmeren Jahreszeit den Schauplatz der Polarwinde zu höheren Breiten erweitert. Zwar ist es nicht die Richtung der herrschenden Luftströmungen an sich, sondern die Heiterkeit des Himmels, wodurch die Temperaturgegensätze des kontinentalen Klimas bedingt werden, aber es liegt doch ein grosser Unterschied darin, dass die Prairien dem stillen Meere so viel näher gerückt sind, als die asiatischen Steppen dem atlantischen, und eben von dorthier häufiger ihre Luftschichten erneuern. Diesen Voraussetzungen entsprechen nun auch die Beobachtungen. Das Seeklima, dessen Charakter in der östlichen Hemisphäre durch das Festland Europas bis zum Ural bemerklich war, umfasst in Nordamerika das ganze Prairieengebiet: kontinentale Gegensätze der Jahreszeiten, wie sie in den asiatischen Steppen und in Sibirien vorkommen, finden sich hier erst im Waldgebiete, in der Nähe des Polarkreises, und so grosse Extreme der Temperatur, wie dort, werden auch hier nicht erreicht. Dem Winter und Sommer der nördlichsten Prairien am Missouri entsprechen im Steppengebiet die Hochebenen von Armenien, nach dem Verhältniss der Jahreszeiten ist die Hochebene von Neu-Mexiko mit Ungarn, das Tiefland von Texas mit Syrien zu vergleichen. Allein diese Vorzüge des Prairieenklimas werden durch die das ganze Jahr hindurch anhaltenden Schwankungen der Temperaturkurve gemindert, die im Norden, wie im Süden, auf den Hochebenen, wie an der Abdachung zum kalifornischen Meerbusen auch in der warmen Jahreszeit häufig mehr als 10 Grad betragen, und denen die Organisation der einheimischen Gewächse daher beständig ausgesetzt ist. Dieser plötzliche Wechsel von Frost und Hitze erreicht hier einen noch höheren Grad, als im Waldgebiet, weil zu den Bedingungen, die aus der engeren klimatischen Gliederung des Festlandes entspringen, hier noch die Heiterkeit des Himmels hinzutritt, wodurch der Gegensatz der Insolation des Tages und der nächtlichen Ausstrahlung erhöht wird.

Vegetationsformen. Durch keine Gruppe von Pflanzen sind die trockenen Klimate Amerikas von denen der übrigen Erdtheile schärfer gesondert, als durch die Cacteen, indem dieselben, anderswo nirgends ursprünglich einheimisch ¹³⁾, eine grosse, selbständige Familie bilden, in welcher man bereits gegen tausend Arten unterschieden hat, ohne dass ihr Bildungsreichthum entfernt erschöpft wäre. Da der Bau ihrer Ernährungsorgane, die Verwandlung ihrer Blätter in Dornen, die Anhäufung des Safts in den Stämmen, auf welche die Funktionen des Laubes übertragen sind, bei gewissen, jedoch viel weniger mannigfaltigen Succulenten anderer Länder wenigstens äusserlich nachgebildet wird und doch zwischen diesen physiognomisch so ähnlichen Gebilden und den Cacteen keine systematische Verwandtschaft besteht, so haben wir hier eins der ausgezeichnetsten Beispiele vor Augen, dass die Anpassung an die äusseren Lebensbedingungen sich auf das vegetative Leben des Individuums beschränkt, die Entwicklung der zur Erhaltung der Art dienenden Organe, der Blüthen und Früchte hingegen von ganz unbekanntem Einflüssen der geographischen Lage abhängt, auf die wir aus der Anordnung der Vegetationscentren schliessen müssen. Wenn man die Organisation der Blüthen, von welcher unsere heutige Systematik ausgeht, nicht als ein unerklärt und ursprünglich Gegebenes ansieht, sondern dieselbe ebenso, wie die klimatische Variation, von Migrationen ableiten wollte, wöchl' einen weiten Umfang von Umbildungen müssten die Gewächse anderer Erdtheile durchlaufen, um eine amerikanische Cactee hervorzubringen. Denn, um nur von den nächsten Verwandtschaften zu reden, was für seltsame und wie viele verloren gegangene Mittelstufen müsste man sich vorstellen, um ein kapsches Mesembryanthemum mit den Cacteen in genetische Beziehung zu setzen. Hier bliebe nichts übrig, als in die Vorwelt solche phantastische Gebilde zu verpflanzen, von denen sie uns keine Denkmale hinterlassen hat und über deren Beschaffenheit keine deutliche Begriffe möglich sind.

Den höchsten Reichthum der Bildungen, wie wir ihn in unseren Treibhäusern vereinigt sehen, entfalten die Cacteen mit steigender und gleichmässiger Wärme in der tropischen Zone, auf den felsigen Savanen Mexikos und auf den Anden Südamerikas. In den Gegenden des Colorado erleiden sie während des Winters einen Rückgang

der Saftfülle und nehmen eine röthliche Färbung an¹⁴⁾, als wäre ihnen das ununterbrochene, langsame Wachsthum ein Bedürfniss, welches sie hier nicht vollständig befriedigen können. Aber ungeachtet dieser Störungen ihrer Energie, die man kaum als Winterschlaf bezeichnen kann, bieten die südlichen Prairien bereits eine nicht minder grosse Auswahl¹⁵⁾ von eigenthümlichen Arten, wie die Tropen, und unter ihnen sehen wir fast alle Hauptformen der Familie vertreten. Dann aber nehmen sie in nördlicher Richtung rasch ab, die massigen und anrecht wachsenden Gestaltungen verlieren sich, bis jenseits des Missouri am Rainy Lake (49° N. B.) noch eine Opuntie (*O. missouriensis*) übrig bleibt¹⁶⁾. Diese Art bezeichnet also, hierin den Zwergpalmen gleichend, den äussersten Grenzbezirk ihres Vegetationstypus. Und da in den Landschaften des Missouri diese Opuntie zu den häufigsten Pflanzen gehört, so ist die Physiognomie des ganzen Prairieengebiets wesentlich durch die Cactusform bestimmt, um so mehr, als die nordamerikanischen Wälder keine Cacteen besitzen und an den Küsten der atlantischen Staaten nur die indische Feige (*Opuntia vulgaris*) von den Tropen aus (bis 40° N. B.) eingewandert ist.

So sehr auch andere Succulenten, wie die fleischigen Euphorbien Afrikas, gewissen Cactusformen äusserlich gleichen, so nehmen diese letzteren doch auch im Haushalte ihres vegetativen Lebens eine besondere Stellung ein. Es wurde in dem Abschnitte über die Vegetation der Steppen erörtert, wie durch die verschiedensten Einrichtungen der Organisation die Verdunstung des Safts in den trockenen Klimaten verlangsamt und wie bei den Succulenten und Halophyten bald durch eine umpanzerte Oberhaut, bald durch gelöste salinische Stoffe das Wasser im Gewebe zurückgehalten und dadurch zugleich eine Verlängerung der Vegetationsperiode ermöglicht wird. Die Cacteen sind keine Halophyten und sie ersetzen jenen Salzgehalt des Safts durch einen Reichthum an Pflanzenschleim. Eine Gummilösung verdunstet langsam, wie eine Lösung von Kochsalz, dieselben Zwecke werden hier nur durch ein anderes Hilfsmittel erreicht. Die äussere Wandung der Oberhautzellen ist nicht bedeutend verdickt, aber unter denselben findet sich eine eigenthümliche Gewebsschicht, die man Collenchym genannt hat¹⁷⁾. Sie besteht aus sehr stark inkrustirtem Parenchym, dessen Wände von einigen grossen Kanälen

bis auf eine zarte Membran durchbrochen sind, wodurch der Saftaustausch zwischen den Zellen und zur Oberhaut erleichtert wird. Um die in dem Stamm angehäuften Saftmasse zu beherbergen, ist das geräumigere Parenchym in einem weit grösseren Massstabe ausgebildet, als in andern Gewächsen von gleichen Dimensionen, deren Kohäsion und Tragkraft auf dem Holzgewebe der Gefässbündel beruht. Solche Holzbündel treten bei den Cacteen in ihrem Wachsthum gegen das Parenchym zurück und bilden oft nur ein lockeres Netzwerk im Inneren des Stamms. Die Organisation hat hier die Aufgabe, einem Stamm, der die Höhe von Sträuchern und selbst von Baumstämmen erreichen soll, die erforderliche Festigkeit zu geben und doch seinem Gewebe eine solche Zartheit zu lassen, dass es zu den Funktionen des fehlenden Laubes geschickt bleibt. Die Inkrustation der Rindenzellen unterstützt den ersteren Zweck, und zugleich werden in deren Porenkanälen dem Saft die Wege geöffnet, mit der atmosphärischen Luft in den Spaltöffnungsöffnungen in leichtere Verbindung zu treten.

Eine andere anatomische Eigenthümlichkeit der Cacteen besteht in der Anhäufung von Krystallen oxalsauren Kalks in den zu dieser Aussonderung bestimmten Parenchymzellen. In diesem Falle dienen diese Ausscheidungen offenbar dazu, die Säfte vom Uebermass der löslichen Kalksalze zu befreien, die, aus dem Boden stetig aufgenommen, durch die Verdunstung, bei welcher nur reines Wasser entweicht, nicht wieder entfernt werden können. In alten Cactusstämmen finden wir daher die Masse der abgelagerten Krystalle ungemein vermehrt und in beständiger Zunahme. Durch die Einführung von Wasser, welches den Boden auslaugt, und durch die Abgabe desselben an die Atmosphäre in salzfreiem Zustande wird das Gleichgewicht des Saftgehalts an gelösten Stoffen gestört und nur in dem Falle bewahrt bleiben, wenn diese vollständig zum Wachsthum der festen Gewebtheile verbraucht werden. Da aber ihre Menge von der wechselnden Mischung der Erdkrume abhängt, so müssen Mittel vorhanden sein, das Unbrauchbare zu beseitigen, da eine gleiche Beschaffenheit des Safts dauernd vorausgesetzt werden muss, um stets gleiche Bildungen im Wachsthum hervorzubringen. Bei der normalen Entwicklung wird die Pflanze von dem Ueberschuss an Salzen durch den Wechsel der periodischen Organe befreit, durch den Laubfall und die Rindenerneuerung bei den Holzgewächsen.

Bei der Cactusform aber haben wir den ganz besondern Fall, dass bei einem viele Jahre hindurch anhaltenden Wachsthum des Stamms kein Gewebe, keine Parenchymzelle verloren geht. Es müssen daher alle die Stoffe, welche zur Herstellung der Gewebtheile selbst nicht dienen können, zu besonderen Ablagerungsstätten in unlöslicher Form aus dem Saft fortgeschafft werden, damit das nöthige Gleichgewicht in der Concentration desselben erhalten bleibe.

Durch so verschiedenartige Einrichtungen ihrer Oekonomie, durch ihre Gummimassen, ihre Collenchymzellen und ihre Krystalle wird unter den succulenten Pflanzenformen bei den Cacteen die höchste Vollendung erreicht, die grösste Mannigfaltigkeit der Stammgestalten sehen wir hier entfaltet. In ihren Dimensionen, ihren Formen, ihrer Architektur übertreffen sie bei Weitem das Mass der Bildungen, die bei anderen Succulenten verwirklicht sind, und doch zeigt sich in ihrem Typus auch äusserlich manches Gemeinsame und ihnen Eigenthümliche. So sind die Dornen an der Stammoberfläche stets gruppenförmig vereinigt, und regelmässig gestaltete Zwischenräume werden dadurch der Einwirkung der Sonnenstrahlen freigegeben. Die Dornrosetten selbst bewegen sich dabei nach der Grösse und Zahl ihrer Elemente, nach ihrer Festigkeit und Weiche bis zum feinsten Wollhaar in dem buntesten Spiel von Einzelheiten. Nach dem Verhältniss der Dimensionen unterscheidet man die cylindrischen oder prismatischen Säulen der Cereen von der Kugel- oder Eigestalt des Melonencactus, nach der Ornamentik der Oberfläche den kantigen Echinocactus von den abgerundeten Mamillarien, nach der Tragfähigkeit des Stamms die aufrechten, einfachen oder zu einer Krone verzweigten Formen von denen, die, schlaff auf ihre Stützen niedergestreckt, aus flachen, laubähnlichen Gliedern oder schwachen Cylindern kettenförmig zusammengesetzt sind.

In den südlichen Prairien des Westens, namentlich im Flussgebiet des Gila, erreicht die Form der Cereen in dem Suwarrow- oder Monument-Cactus (*Cereus giganteus*) das höchste Mass des Längswachsthums, welches in dieser Familie und überhaupt unter den succulenten Pflanzen beobachtet wird. Es ist eine bemerkenswerthe Erscheinung, dass, wie die kalifornischen Gebirge die grössten Bäume Amerikas erzeugt haben, in deren Nachbarschaft dieser Säulencactus der Prairien nach seinem Wachsthum ebenfalls den

ersten Rang unter den Saftgewächsen einnimmt. Die höchsten Individuen des Suwarrow werden nach Emory³⁾ 50 bis 60 Fuss hoch, aber sie blühen schon, wenn sie erst 10 oder 12 Fuss messen. Einzeln erheben sie sich in der Einöde, anfangs eines schützenden Strauchs bedürftend, bald aber frei und aufrecht, wie plumpe, cylindrische Säulen, bis zu zwei Fuss Dicke anschwellend, aber sie sind doch häufig genug, um die Physiognomie der südwestlichen Prairien als eine der bizarrsten Pflanzenformen der Erde durchaus zu bestimmen. Auf einem Landschaftsbilde, womit Engelmann eine seiner Abhandlungen ausgestattet hat¹⁸⁾, erscheinen sie in weiten Abständen aus dem nackten Boden felsiger Flussthäler senkrecht aufstrebend und würden den Säulen einer Tempelruine des Alterthums gleichen, wenn sie nicht häufig eine gewisse Anzahl bogenförmig emporgestreckter, einfacher, ebenfalls dicker Aeste, wie die Arme eines Kandelabers, aus der Seitenfläche des Stamms regellos geordnet hervortrieben, kein Schmuck dieser öden Wildniss, sondern nur ein Staunen erregender Anblick über ein so mächtiges Bauwerk und über die geheimen Bildungskräfte, die aus den dürftigsten Zufüssen eine solche Masse von Saft und organischen Stoffen, auf das Feinste gegliedert und anscheinend nur um ihrer selbst willen, anzuhäufen vermögen. Ueberhaupt finden wir unter den vegetabilischen Formen der Prairien die grösste Massenentwicklung organischer Substanz in der Familie der Cacteen. Eine aus cylindrischen Gliedern zusammengesetzte, zu einer grünen Krone von wirtelförmig gestellten Aesten verzweigte Opuntie (*O. arborescens*) ersetzt den Suwarrow in den östlichen Gegenden von Arkansas bis Mexiko: aufrecht und im Norden nur mannshoch, soll sie im Süden eine Höhe von 20 bis 30 Fuss erreichen. Auch bilden die flachgliedrigen, gewöhnlich schlaffen Opuntien durch ihre Verästelung oder ihren rasenförmigen Wuchs ungemein ausgedehnte Gewebmassen. Selbst aus der Reihe der melonenförmigen Echinocacten kommt in Neu-Mexiko eine Art von unförmlicher Grösse vor (*E. Wislizeni*), die zuweilen bei einer Dicke von zwei zu einer Höhe von vier Fuss auswächst¹⁰⁾. Die in die Organisation der Cacteen gelegten Kräfte, den Saft zurückzuhalten und dadurch ihre Vegetation auf ein beliebiges Zeitmass auszudehnen, sind intensiver, als bei allen übrigen Succulenten. Nur etwa ein Drittel der in den Prairien einheimischen Arten besteht aus kleineren.

bald isolirt, bald gruppenweise wechselnden Melonenformen (*Mamillaria* u. *Echinocactus*), von denen zwei Mamillarien die nördliche Opuntie (*O. missouriensis*) bis zum Missouri begleiten. Lebhaft roth oder weiss gefärbte Blumen, aus den grünen Stämmen unvermuthet hervorbrechend und oft von beträchtlicher Grösse sind allen diesen Cacteen gemeinsam, und, wie die indischen Feigen in Sicilien, so dienen die saftigen Früchte des Suwarrow¹⁹⁾ und anderer Arten den Indianerstämmen unter den übrigens so kärglich dargebotenen Gaben der Prairieennatur zu einer Quelle reichlicher Ernährung.

Unter den übrigen Succulenten ist die Agavenform (*Agave*) auf die südlichen Prairien beschränkt [bis 35° N. B.¹⁴⁾] und vermittelt nebst den grossen Cacteen und einer Reihe von anderen den Wendekreis weithin nach Sonora überschreitenden Gattungen²⁰⁾ den Uebergang zu dem Vegetationscharakter des tropischen Mexikos. Die grossen, saftigen Blattrossetten der Agaven (oder Magneys) wachsen auf dem dürrsten Felsboden und bedürfen vieler Jahre, bis sie blühen, um sodann nach der Fruchtreife abzusterben, aber, da sie durch ihre Ausläufer sich beständig verjüngen, entstehen durch dieses stetige Fortwachsen des ursprünglichen Individuums in einem alljährlich sich wiederholenden Kreislauf zur Zeit der Regenperiode immer wieder auf's Neue die hohen Blumenschäfte, deren zuckerhaltiger Saft nebst dem Marke des verkürzten Stamms zur Speise und zum Getränk dient.

Durch die Chenopodeenform des salzhaltigen Bodens treten die succulenten Gewächse der Prairien mit den Steppen Asiens in nähere Beziehung. Denn wiewohl die Anzahl der Arten nur gering ist, ersetzen sie deren Mannigfaltigkeit durch die Massen von gesellig verbundenen Individuen und bilden in der dürrten Salzwüste nebst den noch häufigeren Artemisia-Sträuchern (*A. tridentata* u. *cana*) die herrschende Vegetation. Indessen sind gerade die am allgemeinsten verbreiteten Chenopodeen (*Atriplex*), z. B. das Talgholz (*A. canescens*, Grease-wood), nicht succulent, sondern widerstehen, wie die Artemisien, der trockenen Jahrszeit mittelst einer feinen Mehl- oder Haarbekleidung der Oberhaut. Unter den Halophyten, die ein fleischiges Laub, wie die asiatischen Salsoleen, entwickeln, ist der häufigste Strauch der Saftdorn (*Sarcobatus vermicularis*, Pulpy-thorn), der unter den Chenopodeen eine anomale Stellung einnimmt. Durch

den abweichenden Bau dieses Gewächses wird man daran erinnert, dass unter den nordamerikanischen Halophyten, an der Seeküste von Florida und Westindien, noch eine zweite, sehr ähnliche Gattung (*Batis*) auftritt, welche die meisten Botaniker, jedoch, wie ich glaube, aus unzureichenden Gründen, von den Chenopodeen ganz ausschliessen, und mit der die erstere anfangs verwechselt wurde. Der Saftdorn der Prairien ²¹⁾ ist ein 3 bis 8 Fuss hoher Strauch mit abstehenden, dornigen Aesten und dunkelgrünen, saftigen Blättern, ein Halophyt, der noch bestimmter, als die ihn begleitenden Artemisien, durch das ganze Gebiet von Missouri und Oregon bis zum Gila und Rio Grande den salzhaltigen Boden bezeichnet.

Eine Reihe von andern Sträuchern, die, ohne den Boden gerade dicht und zusammenhängend zu bekleiden, doch auf weiten Strecken beständig wiederkehren und dadurch die einförmige Physiognomie der Landschaft bedingen, folgt in ihrer Vertheilung den klimatischen Gliederungen der Prairien: mit Ausnahme des Pfeilholzes vertreten sie den Saftdorn da, wo die Erdkrume salzfrei ist. Alle Hilfsmittel der Organisation wiederholen sich hier, die bestimmt sind, der Dürre eine Zeit lang Widerstand zu leisten: im Stromgebiet des Oregon bei einer Rosacee (*Purshia tridentata*) die Kleinheit der Blattorgane, die an der Unterseite weissbehaart sind, in den nordöstlichen Prairien eine silberfarbige Schuppenbekleidung des Laubes bei der Büffel- und Silberbeere (den Elaeagneen *Shepherdia argentea* u. *Elaeagnus argentea*) in der Salzwüste die Absonderung ätherischen Oels bei dem wolligen Pfeilholz (der Synantheree *Tessaria borealis*, Arrow-wood) und in wärmeren Gegenden des Südens die Bildung eines übelduftenden Harzes bei dem Kreosotstrauch, einer Zygophyllee (*Larrea mexicana*), die hier unter den geselligen Gewächsen eins der häufigsten ist. Ferner sind in den Prairien auch das Nadelblatt des Krummholzes (*Juniperus*), die nackten Zweige der Spartiumform (*Ephedra*) und die Dornsträucher vertreten, die letzteren durch den Saftdorn und im Süden durch eine den Traganth-Astragalen entsprechende Leguminose (*Dalea spinosa*), durch die den Tamariscineen verwandte Fouquieria (*F. splendens*) und andere Bestandtheile der Chaparals.

Ein besonders deutlicher Ausdruck klimatischer Einflüsse begegnet uns in der Mimoseenform, welche bis zum 36. Breitengrade in den südlichen Prairien als Mezquite-Sträucher (*Prosopis*) auftreten.

Im Inneren von Texas und im nördlichen Mexiko bis zum Gila²²⁾ bedecken sie einen grossen Theil des Landes und sind wegen ihrer zuckerhaltigen Hülsenfrüchte, welche den Eingebornen zur Nahrung dienen, sowie als Brennholz von Bedeutung. Auch liefern sie, wie die afrikanischen Acacien, ein reichliches Mimosengummi. Die Einwirkung des Klimas auf die Vegetation des Mezquite zeigt sich namentlich auch darin, dass die häufigste Art (*P. glandulosa*) in dem nördlichen Abschnitt ihres Wohnbezirks (33^o—36^o N. B.) allmähig an Höhe des Wuchses abnimmt, wogegen weiterhin im Süden die Sträucher zu niedrigen Bäumen mit abgesetztem Stamm, jedoch selten über 20 Fuss hoch, auswachsen. Hierin muss man daher einen Uebergang von der Waldlosigkeit der Prairien zu der Bewaldung der tropischen Savanen Mexikos anerkennen.

Aehnlich verhält es sich mit den Liliaceenbäumen, die, noch am Missouri durch eine stammlose Zwergform (*Yucca angustifolia*) angedeutet, in den südlichen Prairien durch eine grössere Anzahl von zum Theil hochstämmigen Arten aus derselben Gattung und ausserdem durch eine mexikanische Dracaena-Form (*Dasyliirion*) vertreten sind. Die stechenden Blattspitzen und die knorpeligen Ränder der Serraturen stehen bei diesen monokotyledonischen Gewächsen mit der Dürre des Klimas in Beziehung, die Gattung *Yucca* (*Spanish bayonet*) geht hier beträchtlich weiter nach Norden (bis 49^o N. B.), als in den atlantischen Staaten. Am östlichen Fuss der Sierra Nevada traf Whipple¹⁴⁾ Gehölze von diesen Bayonetbäumen, deren Stämme 30 Fuss erreichten, und zu gleicher Höhe erwachsen sie auch im nördlichen Mexiko. In den Thälern der Sierra Madre von Sonora treffen sie mit den ersten Palmen Mexikos zusammen, denen sie im Wuchse, nicht aber in den Laubrossetten gleichen. Den Zwergpalmen begegnet man in Texas in den Grasebenen am unteren Stromlauf des Rio Grande²²⁾.

Gräser und Stauden bekleiden in den östlichen Prairien den grössten Theil der Oberfläche des Bodens und sind im Westen und Süden, wo sie gegen andere Vegetationsformen an Masse zurtretreten, doch von ähnlicher Beschaffenheit. Als Weideländer haben die östlichen Prairien vor den Steppen einen bedeutenden Vorzug. Heerden, welche vom Mississippi nach Neu-Mexiko getrieben werden, kommen ungeachtet des langen und beschwerlichen Marsches am

Ziele an, als wären sie gemästet. Die Ausdehnung guten Weidegrundes ist so gross, dass, wenn diese Gegenden besiedelt sein werden, durch die Vermehrung des Viehstandes ihnen eine reichere Zukunft, als den Steppen, bevorsteht. In weit grösseren Massen, als in Asien, haben sich hier ehemals die einheimischen Weidethiere vervielfältigt, vor allen die Büffelheerden, und in Folge dessen traf man die eingebornen Indianerstämme nicht als Hirtenvölker, sondern der Jagd und spärlichem Ackerbau hingegeben. Aber hier ist das wandernde Leben keine nothwendige Bedingung des Unterhalts, weil die Gräser auch in der trockenen Jahreszeit und im Winter ihren Nahrungswerth bewahren¹⁴). Die wichtigsten gehören zu der Gruppe der nur hier so vorherrschend entwickelten Chlorideen (*Bouteloua*), die unter dem Namen Grammagras berüht sind und von denen einige grössere Arten auch den Westen bis zur Sierra Nevada bewohnen. Von ähnlicher Güte sind ferner das Büffel- und das Büschelgras (das erstere ist *Sesleria dactyloides*, das Bunch-gras eine *Festuca*). In den Steppen sind die nahrhaften Gräser unter der Vegetation wie verloren, in den östlichen Prairien sind sie die vorherrschende Bekleidung des Bodens.

Die Stauden der Prairien sind den Gräsern in einer ähnlichen Mannigfaltigkeit beigemischt, wie in den Steppen. Aber andere Organisationen treten hier an die Stelle der dort durch ihren Artenreichtum vorherrschenden Pflanzengruppen, es überwiegen unter den Synanthereen die Helianthen und Asteroideen, die Formen mit grossen Strahlblumen, unter den Leguminosen die Galegeen, unter den Polygoneen sind die Eriogoneen charakteristisch, durch schöngefärbte Blüthen zeichnen sich die Onagrarien aus (*Oenothera*), die Scrophularineen sind zahlreicher, als die Labiaten. Unter den Stauden, die massenhaft für sich wachsen, und namentlich unter den Halophyten, finden wir indessen stellvertretende Arten derselben Gattungen und Familien, die in den Steppen am weitesten verbreitet sind, so von den Artemisien (z. B. *A. gnaphalodes*) und den Chenopodeen: auch von Astragaleen ist eine namhafte Anzahl bekannt geworden. Wo aber die Halophyten auftreten, pflegt der Graswuchs aufzuhören.

Die Bäume der Uferwäldungen und Gebirgsabhänge sind meist von dem Waldgebiet aus eingewandert. Nach dem Zusammenhang

der Erhebungslinien haben sie sich besonders aus den westlichen Landschaften des Oregongebiets und Kaliforniens zu den Rocky Mountains nach Osten und Süden verbreitet. Doeh sind namentlich auf den südlichen Ausläufern in Neu-Mexiko auch einige eigenthümliche Arten von Nadelhölzern und von Eichen, sowie von der Eschenform bekannt geworden. Weniger mannigfaltig, als hier, sind an den Flusslinien die Waldungen zusammengesetzt, in denen man die leichten Hölzer, das Cotton-wood (*Populus monilifera* u. a., *Salix*), von den rothen Cedern (*Juniperus virginiana*) unterscheidet.

Vegetationsformationen. Die Unterscheidung der Gras- und Salzsteppen lässt sich, wie wir bereits gesehen haben, auch auf die nördlichen Prairiesen diesseits und jenseits der Rocky Mountains übertragen, aber die Anordnung der herrschenden Pflanzen hat auch manches Eigenthümliche. Die Rasendecke der Prairiesen ist gleichförmiger, einzelne Gewächse der Salzwüste zeigen einen höheren Grad einförmiger Geselligkeit. Die Gräser des salzfreien Bodens werden von den succulenten Cacteen und von den Blattrosetten der *Yucca* begleitet. Unter den Stauden, welche mit den Gramineen gemischt wachsen, sind manche ebenfalls gesellig, aber doch meist auf weiteren Entfernungen wechselnd, so dass man bei der geringen Zahl dieser Formen im Norden sich in der weiten Einöde wohl nach gewissen Pflanzen orientiren könnte. Dasselbe gilt von denen der Salzwüste und in beiden Formationen von den niedrigen Sträuchern, die den Gräsern oder den Stauden beigemischt sind, die auf grossen Landstrecken überall gleichmässig fortkommen und dann plötzlich irgendwo einer anderen, ebenso geselligen Art Platz machen. In den südlicheren Breiten des Arkansas [39°—37° N. B. 21)] werden die Prairiesen blumenreicher, die Stauden sind mannigfaltiger gemischt, und in ununterbrochenem Blütenwechsel ersetzen sie sich im Frühling, bis tiefer im Sommer die höheren Synanthereen den Kreislauf der Vegetation beschliessen.

Aber erst jenseits dieser Zone (36° N. B.) beginnen mit dem Mezquite die zusammenhängenden Gesträuchformationen, die den höheren Breiten fremd sind. In Texas und im nördlichen Mexiko zeigen sie sich am allgemeinsten verbreitet und gehen, indem die herrschenden Mimosen sich mit mannigfachen Dornsträuchern mischen, in die Formation der Chaparals über, die neben den reinen

Mezquitegebüsch diese Landschaften physiognomisch charakterisieren. Es ist eine Annäherung an die zusammengesetzteren Bestände tropischer Holzgewächse, dass in diesen Chaparals eine Reihe verschiedener Familien, deren Vertreter grösstentheils Dornen tragen, vereinigt ist²³⁾.

Abweichend verhalten sich auch in den südlicheren Breiten die offenen Landschaften des Westens im Gebiete des Gila und Colorado, wo durch die grössere Trockenheit des Klimas und durch das häufigere Anstehen nackten Gesteins auf den verwickelten vulkanischen Hebungsmassen und in den engen Thalschlünden der Cañons die Verbindung der Vegetation zu geselligem Wachstum gehindert ist. Diese Gegenden sind mit den Felssteppen Asiens zu vergleichen, denen sie doch durch ihre Cacteen so fremdartig gegenüber stehen. Hier haben auch die Uferwäldungen eine geringere Bedeutung, als im Osten, wogegen durch die reichere Gebirgsgliederung auch der Baumvegetation von Neu-Mexiko aus ein weiterer Spielraum gewährt wird.

Regionen. Die Rocky Mountains ragen nur auf wenigen Gipfeln über die Linie des ewigen Schnees empor, aber, da ihre Erhebung fast überall nahe an dieselbe herantritt, wenn sie auch in den Wasserscheiden oft durch eingesenkte Pässe unterbrochen ist, so wird das Gebirge doch von grossen Massen periodischen Schnees bedeckt und ebenso reichlich von tropfbaren Niederschlägen befeuchtet. Unter diesen Bedingungen ist die Bewaldung der Abhänge, die hauptsächlich aus Nadelhölzern besteht, sehr ausgedehnt und reicht bis zu einem so hohen Niveau, dass die Rocky Mountains in dieser Beziehung in der gemässigten Zone der nördlichen Hemisphäre beispiellos dastehen und nur mit dem indischen Himalaja zu vergleichen sind.

Rocky Mountains.

43° N. B. Frémont's Pik [12360']¹⁾.

Waldregion — 9530' (Baumgrenze).

Alpine Region. 9530'—11600' (Schneelinie).

40° N. B. Middle Park [Niveau der Grundfläche, wo die offenen Prairien beginnen, 3700' und 6570']²⁴⁾.

Waldregion. 3700'—11000' (Mittel aus 5 Baumgrenzen von *Pinus flexilis*).

Alpine Region. 11000'—13350' (höchste Erhebungen der Rocky Mountains in den Gipfeln Torrey, Gray und Pike, welche die Schneelinie nicht erreichen sollen).

35° N. B. Neu-Mexiko [Niveau der Prairie 6000']²⁵⁾.

Waldregion. 6000'—11420' (höchste Erhebung im Niveau der Baumgrenze).

S. Francisko-Berge in Arizona, südlich vom Rio Colorado
[35° N. B.]²⁶⁾.

Baumgrenze 10840'.

Frémont war der Erste, der beim Uebersteigen der Rocky Mountains in der Gegend der sogenannten Parks (41°—39° N. B.) den Nadelwald bis zu ungewöhnlichen Höhen und so weit ausgebreitet fand, dass für die alpine Region nur ein verhältnissmässig schmaler Raum übrig blieb. Seine Angaben sind von allen späteren Reisenden bestätigt worden, die Erhebung der Baumgrenze hat sich als ein allgemeiner Charakter der Gebirgskette von den Windriverbergen (43° N. B.) bis Neu-Mexiko (35°) und auch im Westen auf den Francisko-Bergen am Colorado (35°) herausgestellt. Erst in den nördlicher gelegenen Theilen der Rocky Mountains, im Quellgebiet des Saskatchewan²⁷⁾, wo der Plateaeinfluss auf die Temperatur aufhört und das rauhere Klima der kanadischen Seen und der Hudsonsbai auf die Gebirgsvegetation einwirkt, sinkt mit der Schneelinie auch die Baumgrenze zu denselben Niveaus herab, wie unter gleicher Polhöhe am Altai.

Umfassende Messungen der Baumgrenze wurden von Parry in der Gegend des mittleren Park-Passes angestellt, wo der oberste Waldgürtel aus einer der Zirbelnuss verwandten Kiefer (*P. flexilis*) gebildet wird, die auch auf der Cascadenkette am Oregon und auf der Sierra Nevada vorkommt. Nach dem Mittel von fünf Messungen, welche die sichersten zu sein scheinen, erstreckt sich hier, wo die Rocky Mountains sich am höchsten (13350 Fuss), doch noch nicht ganz zur Montblanc-Höhe erheben, der Nadelwald bis zu dem Durchschnittsniveau von 11000 Fuss; um 300 Fuss übertraf diesen Werth das Maximum (11300 Fuss) am Nordabhang des Pike's-Pik (38° N. B.). In südlicher Richtung hebt sich die Baumgrenze noch etwas höher in Neu-Mexiko (nach Marcou bis 11420 Fuss). Die Abnahme der Elevation nach Norden ist schon am Frémont's-Pik (43° N. B.) bemerklich, wo der Wald nach Frémont's eigener

Bestimmung schon bei 9530 Fuss aufhört. Da die Schneelinie, über welche dieser letztere Hochgipfel emporragt, daselbst im Niveau von 11600 Fuss erreicht wurde, so bleibt der alpinen Region ein Raum von nur etwa 2000 Fuss Vertikaldurchmesser übrig. Die Schneelinie ist nämlich in den Rocky Mountains nicht in demselben Masse elevirt, wie die Baumgrenze. Durch weitere Forschungen bleibt nun noch näher zu ermitteln, in welchem Verhältniss zwischen dem Saskatchewan (51° N. B.), den Windriverbergen (43°) und den Parks die Hebung der Waldgrenzen anwächst, ob sie allmählig oder mit dem Ansteigen des Prairienhochlandes plötzlich eintritt.

Vergleichen wir mit den bisherigen Ergebnissen nun unter entsprechenden Breiten die Baumgrenzen der alten Welt, so finden wir das Niveau der Wälder auf den südlichen Alpen und auf dem Thianschan (6700 Fuss) um mehr als 4000, am Kaukasus noch weit über 3000 Fuss tiefer, an der Nordseite des Künlün (36°: 8500 Fuss) im Verhältniss zu Neu-Mexiko (35°) ebenfalls beinahe um 4000 Fuss herabgedrückt. Dagegen liegen die Schneelinien innerhalb des asiatischen Steppengebiets fast ebenso hoch, als am Frémont's-Pik. Aus dem elevirenden Einfluss der Hochflächen am Fusse der Rocky Mountains lassen sich beide Erscheinungen nicht vollständig erklären. In der Gegend der Parks erhebt sich das Gebirge über einer Grundfläche, die an der Ostseite auf 3700, an der westlichen Binnenseite auf 6370 Fuss geschätzt wurde. Dies ist die untere Grenze der Wälder, wo die Vegetation der Prairien beginnt. Einen Massstab, wie viel der erwärmende Einfluss hoher Grundflächen wirken kann, erhalten wir durch die Vergleichung mit den Hebungen Centralasiens. Im Verhältniss zu den Alpen und anderen Gebirgen des europäischen Tieflands erklärt sich hieraus die höhere, im Innern Asiens und Nordamerikas nahe übereinstimmende Lage der Schneelinie, die von der gesteigerten Sommerwärme der Hochflächen abhängt, durch welche der Schnee, der im Winter sich anhäuften, weithin nach aufwärts geschmolzen wird. Nicht aber können diese Betrachtungen dazu dienen, die Lage der Baumgrenzen genügend aufzuklären, die über entsprechend hohen Grundflächen doch in beiden Kontinenten sich so ungleich verhalten.

Die Bäume bedürfen nicht bloss der Wärme, welche die Vegetationsperiode verlängert, sondern auch der Feuchtigkeit des Bodens,

die ihre Wurzeln in hinlänglichen Massen aufzusaugen haben. Die Niederschläge, welche sich aus den westlichen Luftströmungen auf den nordamerikanischen Hochgebirgen entladen, sind weit bedeutender, als auf denen Centralasiens, die dem Meere so viel ferner gelegen sind. Der winterliche Schneefall bedeckt die Rocky Mountains so massenhaft, dass man hieraus wichtige Bedenken bei der Wahl der Eisenbahnlinien schöpfen musste. Es fehlt daher im Sommer, beim allmäligen Wegschmelzen des Schnees, den Wäldern niemals an Feuchtigkeit. Zahlreiche Berggewässer, bald zu mächtigen Strömen vereint, von jenen weiten Wiesenflächen, die eben die Parks bilden, gelegentlich umschlossen, beweisen ebenfalls dieses Verhältniss. In Centralasien ist nur die Vertheilung der Wärme ähnlich, die Feuchtigkeit hingegen fehlt, und wenn an einigen Orten in Tibet einzelne Bäume in noch höherem Niveau (12600 Fuss) fortkommen, als in Neu-Mexiko, so ist dies nur eine Folge örtlicher Bewässerung. Wälder besitzt der innere Himalaja ja überall nicht. Hier, wo das Hochland plateauamässig bis zur Schneelinie ansteigt, ist der winterliche Schnee gar bald verzehrt, derselbe verdunstet im Schmelzen, ohne den Boden zu befeuchten. So ist es auch die Dürre des Erdreichs, wodurch die Wälder des Thianschan und die Baumformen des Künlün in ein tieferes Niveau herabgedrückt werden, als die Temperatur der Luft gestatten möchte.

Nirgends finden wir daher unter südeuropäischen Polhöhen die Wälder so ausgedehnt, wie an den Rocky Mountains. In der ganzen gemässigten Zone der nördlichen Hemisphäre sind es die indischen Abhänge des Himalaja allein, wo die Baumgrenze ebenso hoch liegt, und hier erst unter südlicheren Breitengraden. In beiden Fällen führen feuchte Seewinde die der Waldvegetation gentgende Feuchtigkeit herbei. Was aber die Dauer der dem Baumleben nöthigen Entwicklungsperiode betrifft, so ersetzt in Nordamerika die Plateauwärme, was die Nähe des tropischen Indiens dem Himalaja gewährt.

Die grossen, wenn auch meist nur periodischen Schneemassen des Winters sind beiden nordamerikanischen Gebirgsketten gemeinsam. Aber an der Sierra Nevada sind die Bedingungen des Baumwuchses nicht überall so günstig, wie auf den gleichmässiger gehobenen Rocky Mountains. Ueber die Baumgrenze der Sierra Nevada

ergiebt sich aus den später anzuführenden Messungen, dass die Wälder daselbst kaum über 8000 Fuss hinausgehen, also nicht so hoch ansteigen, wie auf den Rocky Mountains. Die höchsten Erhebungen am Oregon, welche das System der Rocky Mountains überragen [16550 Fuss²⁸⁾], sind in dieser Beziehung zwar noch nicht untersucht worden, werden aber nach Analogie der ihnen benachbarten Cascadenkette²⁹⁾ eine noch tiefere Depression der Baumgrenze erleiden. Denn hier, wo die Nähe des Meers die Sommerwärme mässigt und die Sonne durch Küstennebel verschleiert wird, hört auch an der Binnenseite des Gebirgs das südlicher gelegene Hochland bereits auf, die Dauer der Vegetationsperiode zu verlängern. In Kalifornien ist da, wo die hohe Salzwüste an die Sierra Nevada sich anschliesst, die Gebirgskette weit niedriger und mehrfach von gangbaren Pässen und Senkungen unterbrochen. Hier hat man die Beobachtung gemacht, dass in demselben Masse, als die Seewinde einen Abhang treffen, auch die Wälder mit ihren hochstämmigen Bäumen auftreten, wogegen an der Binnenseite, und wo den Thälern gegen die westlichen Luftströmungen ein Schutz gewährt ist, der Wald durch die Prairieenvegetation verdrängt wird. Unter solchen Bedingungen können auch hier die Baumgrenzen nicht so hoch liegen, als an den Rocky Mountains, auf welche die hohen Grundflächen und Massenerhebungen von allen Seiten einwirken.

Die Wälder der Rocky Mountains sind daher auch viel geschlossener und zusammenhängender. In den Gebirgsthälern des Platte und anderer Flüsse kommen freilich auch Bergwiesen vor, wo, ähnlich wie in den Pyrenäen, jene offenen, mit Gruppen von Nadelhölzern gezierten Circusbildungen sich ausweiten, die eben zu der Vergleichung mit Parks den Anlass boten. Aber über ihnen³⁰⁾ erheben sich die steilen, mit dichten Beständen von Kiefern (z. B. *P. contorta*) und Tannen (*P. alba* u. *balsamea*) bedeckten Abhänge, wo auch das beschattete Gesträuch aus Vaccinien und Mahonien an die Nadelwälder des Oregon erinnert.

Das klimatische Verhältniss, dass in den Gebirgsregionen die Gewächse höherer Breiten wiederkehren, ist auch hier durch die herrschenden Waldbäume und ebenso in den alpinen Formationen ausgedrückt, aber durch eine weit geringere Anzahl von Arten, als in den europäischen Alpen. Durch die gleichmässiger Relief-

bildung werden die Wälder einförmig, und dadurch, dass sie zu ungewöhnlicher Höhe ansteigen, ist der Raum der alpinen Region zu beengt, als dass irgendwo eine reiche Vegetation hätte entstehen können. Wie in den höheren Breiten des Waldgebiets²⁹⁾, ergaben auch in den südlicher gelegenen Theilen der Rocky Mountains die Sammlungen eine verhältnissmäßig geringe Ausbeute. In der alpinen Region über dem Middle-Park, wo auch durch eine dem Krummholz entsprechende Conifere (*P. aristata*) die Ausbildung der Matten beschränkt wird, konnte Parry während eines Sommers nur etwa 140 Arten³⁰⁾ zusammenbringen, und noch geringer war der Umfang seiner Sammlungen in der Waldregion. Von den Bestandtheilen der alpinen Flora gehörte indessen mehr als der dritte Theil (57) zu der circumpolaren Vegetation der arktischen Zone; die Formationen waren denen der Alpen ähnlich.

Vegetationscentren. So sehr die physischen Bedingungen der Vegetation in Asien und Nordamerika übereinstimmen, so sind doch die Prairien den Steppen der alten Welt zu entlegen, als dass ein Austausch der Pflanzen durch Wanderungen hätte stattfinden können. Wenn daher auch häufig dieselben Familien und zuweilen ähnliche Arten sich vertreten, so ist die Identität der Organisationen doch fast nur auf solche Fälle beschränkt, wo unabhängig von besonderen Einflüssen die Ausbreitung über ganze Zonen der Erde sich erstreckt. Aber auch in Amerika selbst erhielten sich die Vegetationscentren der Prairien in einem hohen Masse abgesondert, weil sie fast auf allen Seiten von waldigen Gebieten umschlossen sind. Nur im Süden gehen diese Hochebenen so allmählig in die ähnlich gebauten Bildungen des tropischen Mexikos über, dass wir hier, wenigstens im Innern des Kontinents, die Floren durch allmähliche Übergänge verbunden fanden. Schroffer ändert sich am mexikanischen Meerbusen die Vegetation, wo nach den Sammlungen Ervendberg's in Tamaulipas³¹⁾ jenseits des Wendekreises plötzlich tropische Pflanzen auftreten, die in Texas fehlen. Am stillen Meere scheint mit der in südlicher Richtung zunehmenden Dürre die kalifornische mit der Prairienflora in eine engere Verbindung zu treten, als da, wo durch die hohe Sierra Nevada die Klimate beider Gebirgsseiten so bestimmt geschieden werden. Die kalifornische Halbinsel ist bis jetzt noch nicht umfassend untersucht worden: nach

den Mittheilungen und Sammlungen des Reisenden Xantos³²⁾ verhält sie sich ganz ähnlich, wie die gegenüberliegende Küste Mexikos und geht wie dort in der Nähe des Wendekreises (24° N. B.), wo südlich von der Magdalenenbai auch die Palmen und am Gestade die Mangrovewälder zuerst auftreten, in eine dürftige Tropenflora über.

Wir haben gesehen, wie die Absonderung und selbständige Stellung der Prairiefloren, gerade wie in den Steppen, eine Folge ihrer kurzen Vegetationsperiode ist, und wie daher da, wo durch die natürliche Bewässerung des Bodens, im Gebirge und an den Flussufern, diese Schranke gehoben wird, auch eine Vermischung mit der Vegetation des Waldgebiets eintrat. Aus dem wenig unterbrochenen Zusammenhange der Hebungslinien ist es nun erklärlich, dass die Waldregionen der Rocky Mountains, der Sierra Nevada und der Bergzüge, die diese beiden Hauptketten verbinden, bis hinab zu den niederen Breiten von Neu-Mexiko in so hohem Grade mit dem Cascadeengebirge des Oregon übereinstimmen. Durch die nordwestliche Biegung der Rocky Mountains im Norden der Parks treten sie mit diesem in nähere Beziehung und durch die mannigfachen Hebungen im Stromgebiet des Oregon wird die Wanderung der Waldbäume erleichtert, wenn auch die klimatischen Aenderungen in der Meridianrichtung gross genug sind, um einen allmähigen Wechsel und einen wachsenden Reichthum der Flora im Süden hervorzurufen. Immerhin bleibt die Aehnlichkeit der neumexikanischen Gebirgsregionen mit denen des Nordwestens grösser, als mit der mexikanischen Sierra Madre, die ihnen zwar klimatisch und der Lage nach näher steht, aber durch die Hochebene der südlichen Prairien von ihnen getrennt ist. Im Allgemeinen sind übrigens, wie in den Steppen Asiens, auch in Nordamerika die Gebirgsfloren weniger eigenthümlich, als die dürrn Ebenen selbst.

Innerhalb der Prairie-Ebenen erhält sich die Absonderung der Vegetationscentren theils durch die klimatischen Linien, durch welche mit der zunehmenden Wärme die Mannigfaltigkeit der Arten in den südlichen Landschaften sich erhöht, während sie in westlicher Richtung mit der wachsenden Trockenheit abnimmt, theils durch die Unterschiede des Substrats und der Reliefbildung. Der Gegensatz zwischen der Salzwüste und den östlichen Prairien beruht sowohl

auf der Abhängigkeit der Halophyten von dem Natriumgehalt des Bodens, wie auf dem verschiedenen Niveau der westlichen Hochebenen. Ebenso sehr ist aber auch die Flora der nordwestlichen Prairien am Oregon von denen des Missouri abgesondert, wo der Austausch dadurch gehemmt wird, dass diese beiden Abdachungen durch die Kette der Rocky Mountains getrennt sind.

Untersucht man die Bestandtheile der Prairienflora nach ihrer systematischen Stellung, so stimmt dieselbe in der Mannigfaltigkeit der Erzeugnisse mit den Steppen überein und, wie dort, wächst mit den südlichen Gebirgsgliederungen die Absonderung der Vegetationscentren. So schwer es fällt, aus den zerstreuten Bearbeitungen einzelner Sammlungen einen Ueberblick über die ganze Flora zu gewinnen, so glaube ich doch die Anzahl der bisher bekannt gewordenen endemischen Arten auf 3000³³⁾ schätzen zu dürfen, was, da der Umfang des Gebiets nur etwa ein Drittel³⁴⁾ von dem der Steppen beträgt, mit dem Reichthum der letzteren ziemlich übereinkommen dürfte.

In systematischer Beziehung unterscheidet sich die Prairienflora von der der Steppen durch die bedeutende Abnahme der Cruciferen, Chenopodeen, Caryophylleen und Labiaten. Nur die Synanthereen und Leguminosen sind unter den vorherrschenden Familien³⁵⁾ auch hier die artenreichsten. Dem allgemeinen, von den physischen Bedingungen unabhängigen Charakter des nordamerikanischen Kontinents entspricht die hohe Ziffer der Synanthereen und in dieser Familie die überwiegende Vertretung der Asteroideen und Heliantheen. Denn diese Gruppen sind auch in der Flora des westlichen Waldgebiets und in Mexiko unter ganz abweichenden Vegetationseinflüssen überwiegend. Hier erkennen wir die Bedeutung der geographischen Lage für die Organisation der Blüten und Früchte, das heisst für die besondere systematische Stellung der Erzeugnisse eines Landes. Dasselbe Verhältniss amerikanischer Eigenthümlichkeiten ist auch in den Cacteen, in der beträchtlichen Anzahl von Euphorbiaceen, Malvaceen und Solaneen, ferner in den Onagrarien, Loaseen, Hydrophylleen, Polemoniaceen und Nyctagineen ausgedrückt. Einige Gattungen sind sowohl im Waldgebiete als in den Prairien, also unter ganz ungleichen klimatischen Bedingungen durch besondere Arten vertreten (z. B. *Aster*, *Yucca*, die so

eigenthümlich organisirte Leguminose *Petalostemon*). Unter den artenreichsten Gattungen ist die Mehrzahl dem asiatisch-europäischen Kontinent fremdartig (z. B. *Dalea*, *Lupinus*, *Oenothera*, *Eriogonum*, *Pentstemon*, *Gilia*, *Phacelia*): Von manchen derselben liegen die Verbreitungscentren in den Prairien selbst: in anderen Fällen ist die Nähe des tropischen Amerikas von Einfluss (z. B. bei den Mimoseen, den Acanthaceen, bei *Baccharis*, *Croton* und den stipulierten Euphorbien). Bei einzelnen Gattungen finden wir indessen gleichsam ausnahmsweise auch Analogieen mit ähnlichen Klimaten in der gemässigten Zone Südamerikas (bei der Leguminose *Cercidium*, der Zygophyllee *Larrea*, der Rafflesiacee *Pilostylis*, Gattungen, die in beiden, weit von einander entfernten Gegenden durch einzelne Arten vertreten sind), in zwei Fällen sogar mit Südafrika (bei *Talinopsis*, die mit der Portulacee *Anacampseros* nahe verwandt ist, und bei der Byttneriacee *Hermannia texana*).

Im Verhältniss zum Umfange der Prairien ist die Anzahl der endemischen Gattungen noch grösser, als in den Steppen: doch ist von einigen ungewiss, ob sie nicht auch in Kalifornien vorkommen, und andere mögen in Mexiko noch aufgefunden werden. Sodann besteht etwa der dritte Theil dieser Gattungen aus Synanthereen, deren Systematik den Gattungsbegriff enger zu fassen pflegt, als in anderen Familien. Ich habe ein Verzeichniss zusammengestellt, welches unter 64 endemischen Gattungen 53 monotypische enthält und worin etwa 20 Familien vertreten sind. Unter den Monotypen³⁶⁾ ist die Reihe der Sträucher am bemerkenswerthesten (14 Gattungen, darunter 3 Rosaceen, ebenso viele Colastrineen, je zwei Saxifrageen und Rutaceen, einzelne Leguminosen, Portulaceen, Synanthereen und Labiaten). Ausserdem sind sogar zwei monotypische Bäume von niedrigem Wuchs aus den südlichen Prairien bekannt geworden (eine der Rosskastanie verwandte Sapindacee und eine Leguminose aus der Gruppe der Galegeen). Neben den vielen Synanthereen sind unter den monotypischen Stauden namentlich Cruciferen, Capparideen, Rutaceen, Loaseen, Nyctagineen und Liliaceen enthalten. An die endemischen Gattungen mit einer Mehrzahl von Arten reihen sich endlich einige, die in ihrer Verbreitung auch Kalifornien erreichen³⁷⁾.

XIV.

Kalifornisches Küstengebiet.

Klima. Die Flora des oberkalifornischen Küstenlandes liefert keine so eigenthümliche Vegetationsformen, dass sie dadurch von der Physiognomie der Nachbarländer gerade bedeutend abweiche. Allein wegen einer ganz besonderen klimatischen Stellung und der dadurch bedingten Absonderung endemischer Pflanzen verdient dieses Litoral am stillen Meere von der Mündung des Oregon (46° N. B.) bis zum Ursprung der kalifornischen Halbinsel (33°) als ein selbstständiges Vegetationsgebiet betrachtet zu werden. Durch die Milde und kurze Dauer des Winters bevorzugt, durch den regenlosen Sommer vom Waldgebiete jenseits des Oregon und durch das der Entwicklung von Baumformen entsprechende Zeitmass der Vegetationsperiode von den Prairien geschieden, gleicht Kalifornien dem Mittelmeergebiete Europas, dem dieses pacifische Italien wegen seiner einförmigen, durch die nahe Sierra Nevada abgeschlossenen Küstengestalt an Räumlichkeit so weit nachsteht.

Die gleichmässige Wärme aller Jahreszeiten ist indessen in Kalifornien so viel entschiedener ausgebildet¹⁾, als in Südeuropa, dass die ganze nördliche Hemisphäre mit Ausnahme tropischer Gebirgsklimate nichts Aehnliches aufzuweisen hat. Die Ursache liegt in dem kalten Meeresstrom, welcher die Küste bespült und im Sommer verstärkt²⁾ die Wärme dieser Jahreszeit vermindert. Gegen die Winterkälte der Prairien gewährt zugleich die Sierra Nevada einen Schutz: das reinste Seeklima beherrscht daher dieses Küstenland. Die ersten Nachrichten über die flache Temperaturkurve an der Francisko-Bai (38° N. B.) verdankt man den meteorologischen

Messungen in der damals russischen Niederlassung Ross³⁾, wo bei einer für diese Breite ungemein niedrigen Mittelwärme ($9^{\circ},2$) der Sommer ($11^{\circ},3$) vom Winter ($7^{\circ},25$) nur um vier Grade abwich, und sogar nur um fünf Grade der kälteste Tag des Jahrs im Februar ($6^{\circ},9$) dem wärmsten im August ($11^{\circ},7$) nachstand. Dass nun die Kälte des Meers diesen Verhältnissen zu Grunde liege, erkennt man daraus, dass unter derselben Breite im Innern des Sacramento-Thals die Jahreswärme um drei Grade höher ist ($12^{\circ},3$) und der Unterschied von Sommer (17°) und Winter ($6^{\circ},6$) schon auf zehn Grade anwächst. Obgleich die flachen Temperaturkurven Kaliforniens mit denen auf den tropischen Hochebenen Mexikos gar wohl zu vergleichen sind, so besteht doch in den Bestandtheilen der Flora kein Zusammenhang und nur in den Vegetationsformen die Analogie, dass in beiden Fällen die Wälder aus Nadelhölzern und Eichen gebildet werden, deren Arten indessen ebenfalls nicht übereinstimmen, weil durch die dazwischen liegenden Prairien die Wanderung der Bäume verhindert wird.

Noch wichtiger, als die Gleichmässigkeit der Temperatur ist für den Vegetationscharakter und die Kulturentwicklung Kaliforniens der regelmässige Wechsel einer feuchten und einer regenlosen Jahreszeit. Da die Niederschläge, wie in Südeuropa, in den Wintermonaten⁴⁾ fallen, so wiederholen sich hier die wichtigsten Vorzüge des Mediterranklimas, wiewohl dessen Wärme nicht erreicht wird. Hieraus erklärt sich der hohe Aufschwung, den Kalifornien, nachdem es sich seit der Entdeckung seiner Mineralschätze stärker bevölkert hatte, auch der Mannigfaltigkeit und Ergiebigkeit seiner Bodenerzeugnisse verdankt. Hier hat der europäische Weinbau Wurzel geschlagen, die Feige, der Pfirsich und andere Früchte reifen hier zu seltener Vollkommenheit, Cerealien und Futtergewächse liefern streckenweise ungewöhnliche Erträge. Allein hiebei kommen auch die geographische Lage und die Bewässerung durch die Küstenflüsse in Betracht, die erstere dadurch, dass die Dauer der Regenzeit von Norden nach Süden sich allmählig verkürzt, bis auf der kalifornischen Halbinsel dieselben Beschränkungen der Vegetationsperiode eintreten, wie in den südlichen Prairien. Zwar ist das Mass der Niederschläge auch im Norden nicht bedeutend und um die Hälfte geringer, als in den atlantischen Staaten, aber in S. Francisco befeuchten sie

den Boden sechs Monate lang vom November bis zum April, in S. Diego ist schon der März trocken und mit dem April beginnt eine sieben Monate anhaltende, regenfreie Jahreszeit. Die von der Polhöhe abhängigen Vortheile des kalifornischen Ackerbaus bestehen eben darin, dass, je mehr man sich der Francisko-Bai und dem Oregon nähert, eine um so viel längere Zeit für die Entwicklung der Kulturgewächse bis zur Sommerdürre gewonnen wird.

Der Wechsel trockener und nasser Jahreszeiten in Ober-Kalifornien beruht nicht, wie in Südeuropa, auf den allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre, sondern auf dem Charakter von örtlichen Küstenwinden und auf dem kalten Meeresstrom, der hier ähnlich, wie in Peru, einen besondern Einfluss auf die Niederschläge ausübt. So lange die regenlose Jahreszeit dauert, herrschen an diesen Küsten ununterbrochen nordwestliche Winde⁵⁾. Der Temperaturunterschied zwischen den warmen Längsthälern am Fuss der Sierra Nevada und dem gleichzeitig kälter werdenden Meeresstrom²⁾ ist im Sommer am grössten. Die Luft erwärmt sich, indem sie diesen Thälern zuströmt, und kann also keinen Niederschlag erzeugen. Nur über dem Meere selbst entstehen Nebel, welche die Küste nicht befeuchten, auch in dieser Jahreszeit. Wie jeder kältere Körper an seiner Oberfläche den Wasserdampf der ihn umgebenden wärmeren Luft verdichtet, so wirkt auch eine kühlere Wasserfläche die Feuchtigkeit anziehend und sammelnd, so können die Nebel des kalifornischen Meeresstroms sogar zur Trockenheit der nahen Küste beitragen. Dass die Kälte dieses Stroms zu der Regenlosigkeit des Sommers in Beziehung stehe, scheint namentlich auch daraus hervorzugehen, dass die Nordgrenze der kalifornischen Flora mit demjenigen Parallelkreise nahezu zusammenfällt, wo das kältere Wasser die Küste zuerst erreicht [45° N. B. 2)]. Weiter im Norden fliesst nämlich jener Polarstrom in einiger Entfernung vom Lande an der Oregon-Küste vorüber, und hier regnet es nun auch im Sommer⁶⁾.

Die kalifornische Regenzeit selbst wird von einer südöstlichen oder auch südlichen, also äquatorialen, von der Sierra Nevada abgelenkten Luftströmung begleitet²⁾, über welcher jedoch die Wolken in den oberen Schichten der Atmosphäre nach Osten ziehen. Die Vermischung dieses auf die tieferen Regionen beschränkten Gegenwindes mit den darüber hinwehenden, kälteren, westlichen Luft-

strömungen scheint den Regen zu erzeugen. Aber der grössere Theil des pacifischen Wasserdampfs, den aus weiten Fernen das stille Meer dem Kontinent zuführt, entladet sich erst an den Höhen der Sierra Nevada und der Rocky Mountains.

Die Vertheilung der Niederschläge über das Jahr ist demnach in Ober-Kalifornien der in den nördlichen Prairien ähnlich. Die Entwicklung der Vegetation fällt, wie dort und wie in Südeuropa, in den Frühling, sie ist im Sommer unterbrochen. Das Ueberwiegen der westlichen Luftströmungen, welche der Kontinent vom stillen Meere aspirirt, ist eine Erscheinung, die in gleicher Weise, aber nicht mit denselben Einwirkungen auf die Vegetation, auch auf die kalifornische Halbinsel sich ausdehnt. Denn hier rückt die feuchtere Periode des Jahrs, gerade wie in den südlichen Prairien, in den Sommer⁵⁾, der Zenithstand der Sonne tritt in grössere Wirksamkeit, aber das Mass der Niederschläge ist geringfügig und ihre Dauer unbedeutend. Hiedurch erklärt sich die Uebereinstimmung des Vegetationscharakters an beiden Gestaden des kalifornischen Golfs: »die Einbildungskraft,« sagt Duflot de Mofras, »könne sich nichts Traurigeres, Verlasseneres denken, als diese beiden Küsten, welche der Wassermangel wüst gelegt.« Erst in der Nähe des Wendekreises, jenseits der Magdalenen-Bai⁷⁾ (24° N. B.) vermehrt sich das Mass der Feuchtigkeit, und nun beginnen die tropischen Formen Mexikos an der Südspitze der Halbinsel aufzutreten.

Vegetationsformen. In den Coniferenwäldern Kaliforniens und namentlich auf der Sierra Nevada ist die Mannigfaltigkeit der Nadelholz- und Cypressen-Formen grösser, als in irgend einem anderen Gebiete Nordamerikas von gleichem Umfange. Die Anzahl der bis jetzt bekannt gewordenen Arten, von Coniferen (28) ist beinahe so gross, wie in Japan. Mehr als die Hälfte ist in dem doch nur so wenig geräumigen Küstenlande oder seinen Gebirgen endemisch: die übrigen, welche den Oregon überschreiten oder bis zu den Rocky Mountains verbreitet sind, scheinen grösstentheils von hieraus auf ihren Wanderungen ausgegangen zu sein. Dass in diesen gemässigten Breiten gerade an den beiden gegenüber liegenden Küsten des stillen Meers die Familie der Coniferen reicher an Arten ist, als irgendwo sonst, gehört zu der Reihe von Thatsachen, aus denen im Gegensatz zu den bloss physisch auf die Organisation

wirkenden Lebensbedingungen der Einfluss der geographischen Lage auf die Vertheilung der systematischen Gruppen des Pflanzenreichs hervorgeht. Denn wie möchte man nachweisen können, dass die ungleichen Klimate von Japan und Kalifornien, deren Coniferen auch der Art nach sämmtlich verschieden sind, zu dieser Familie in einem günstigeren Verhältniss ständen, als andere Gegenden der nördlichen Hemisphäre? Auf der anderen Seite kann in diesem Falle dem Darwinismus, der die Erscheinung aus der durch die geographische Lage erleichterten Wanderung ableiten würde, ein Schein des Zusammenhangs nicht bestritten werden, wiewohl auch dabei die Anhäufung der Arten unerklärt bliebe. Denn es besteht in der That auch darin eine systematische Aehnlichkeit zwischen den Inseln Japans und dem amerikanischen Küstenlande, dass neben den besonderen Arten von Kiefern und Tannen eine Reihe von eigenthümlichen, kleineren Gattungen auftritt, die meist der Cypressenform angehören und von denen zwei in beiden Floren zugleich vertreten sind (*Chamaecyparis* u. *Torreya*). Eine dritte Gattung verbindet Kalifornien mit anderen pacifischen Floren der Südhemisphäre (*Libocedrus*); ausser diesen findet sich auch noch eine endemische Gattung (*Sequoia*).

Als Vegetationsform betrachtet, sind die kalifornischen Coniferen viel merkwürdiger dadurch, dass bei mehreren derselben ihr Wachsthum so grosse Dimensionen erreicht, wie in keinem anderen Lande. Nur in das nahe Oregon-Gebiet reicht diese Tendenz hochstämmigen Wuchses angenähert hinüber. In dem sogleich zu besprechenden Falle aber ist die Masse des in demselben Stamme gebildeten Holzes so gross, dass sie überhaupt von keinem anderen Baume der Erde übertroffen wird. Auch hierin sind wir weit entfernt, einen Zusammenhang zwischen Klima und Vegetation einzusehen. Die gleichmässige Temperatur, durch welche eine Vegetationsperiode von langer Dauer möglich wird, genügt nicht, darüber aufzuklären: wir müssen auch dieses Verhältniss als eine Eigenthümlichkeit der kalifornischen Vegetationscentren gelten lassen, deren Ursache unbekannt bleibt.

Durch diese ungewöhnlich gesteigerten Kräfte, das Wasser des Bodens im Gewebe in die Höhe zu heben und dadurch stetiges Wachsthum der Gipfelknospe und entsprechende Verstärkung des Stamms einzuleiten, ragt als grösste Merkwürdigkeit der kalifornischen

Flora die Wellingtonia oder der Mammuthbaum der Sierra Nevada hervor (*Sequoia gigantea*), die grösste Conifere der Erde, deren Höhe an die höchsten menschlichen Bauwerke, an den Strassburger Münster und selbst an die ägyptischen Pyramiden heranreicht. Nach den ersten Nachrichten⁸⁾ über die Entdeckung des Mammuthbaums, die an den Nebenflüssen des S. Joaquin, in der oberen Waldregion des kalifornischen Abhangs der Sierra Nevada (38° N. B.) stattfand, wurde die Höhe desselben zu 280 Fuss (300 Fuss engl.) angegeben, und dies kann auch jetzt als das Durchschnittsmass seines senkrechten Wachstums gelten. Späterhin aber hat Bigelow⁹⁾ einen Stamm untersucht, der unterhalb der Krone schon ebenso hoch war und dessen Höhe er, diese eingerechnet, auf 420 bis 470 Fuss schätzte. Die einzigen bekannten Beispiele eines gleich hohen Wachstums sind, wie bei Australien angeführt wurde¹⁰⁾, von einzelnen Individuen eines Eukalyptus (*E. amygdalina*) in Viktoria bekannt geworden, von denen F. Müller bemerkt, dass sie die Pyramide des Cheops zu beschatten vermöchten. Allein die Mittelgrösse der Dimensionen ist bei den Wellingtonien weit bedeutender, als bei diesen Eukalypten. Anfangs wurden auf der Sierra Nevada nur wenige Individuen des Riesenbaums und nur an einem einzelnen Standorte angetroffen, in der sogenannten Mammuthschlucht, im Quellgebiete der Flüsse S. Antonio und Stanislaus. Hier wuchsen nur etwa 300 Stämme, einzeln oder in kleinen Gruppen aus dem übrigen Nadelwalde hoch emporragend. Später aber hat Brewer¹¹⁾ weiter südwärts (36°—37° N. B.) grosse Bestände am westlichen Abhange der Sierra Nevada aufgefunden, wo sie in der Region von 4700 bis 6500 Fuss in grosser Zahl dem Walde beigemischt vorkommen. Hier, wo man Hunderte von Mammuthbäumen zu gleicher Zeit erblicken konnte, hatte der stärkste Stamm, der jedoch nur 260 Fuss hoch war, vier Fuss über dem Boden einen Umfang von 99 Fuss. Bigelow fand den Stammdurchmesser jenes höchsten Mammuthbaums sogar 34 Fuss stark, beträchtlich dicker, als die grössten Eukalypten waren, von denen Müller berichtet (etwa 25 Fuss), und deren Holzmasse daher viel geringer ist. Die Kosten, einen solchen Baum zu fällen, betragen nach den dortigen Preisen 550 Dollars. Ueber das Alter der höchsten Stämme sind die Nachrichten noch ungewiss, das Wachsthum scheint langsam vor sich zu gehen, wenn auch das Holz

leicht ist. Lindley schätzte bei den grossen Wellingtonien der Mammuthschlucht die Zeit ihres Bestehens auf 3000 Jahre, Torrey zählte an einem Stamm von nicht ganz 1½ Fuss Durchmesser über 1100 Jahresringe: das durchschnittliche Dickenwachsthum würde also in diesem Falle nur etwa 2 Linien betragen.

Dem Mammuthbaum reihen sich mehrere andere kalifornische Coniferen an, deren Wachsthum ebenfalls zu ungewöhnlichen Dimensionen gesteigert ist und die zum Theil an der Bewaldung der Sierra Nevada einen grösseren Antheil nehmen. Die zweite Art derselben Gattung, der Rothholzbaum (*Sequoia sempervirens: redwood*) misst 2—300 Fuss, ebenso hoch wird die durch ihr süsses Harz ausgezeichnete Zuckerkiefer (*P. Lambertiana*), die zwar nur einzeln vorkommt, aber weithin, bis zu den Rocky Mountains verbreitet ist (45°—35° N. B.). Eine der kalifornischen Tannen, welche auch das Oregongebiet erreicht (*P. nobilis*) wird ebenfalls 200 Fuss hoch. Auch wurde bereits früher bemerkt, dass in der Zone der Oregon-Tannen andere nicht minder hohe Coniferen wachsen: nur dem Mammuthbaume stehen sie sämmtlich nach.

Die übrigen Vegetationsformen Kaliforniens schliessen sich in der Bildung ihrer Ernährungsorgane eng an die europäische Mediterranflora an. Bei der Entlegenheit der beiden Westküsten des atlantischen und stillen Meers und der Unmöglichkeit einer Verbindung derselben durch Wanderungen in der Gegenwart oder in der Vorzeit ist in diesem Verhältniss ein deutlicher Beleg enthalten, in wie weit die vegetative Entwicklung von den klimatischen Lebensbedingungen abhängig ist. Bei den Laubhölzern erstreckt sich die Uebereinstimmung auch auf die systematische Stellung der kalifornischen Gattungen, bei den Sträuchern und Stauden ist dieses nicht oder doch nur selten der Fall. Unter den Succulenten begegnet uns auch hier die Cactusform, die sich am Mittelmeer nur durch Einwanderung festgesetzt hat: die oberkalifornischen Arten sind von den jenseits der Sierra Nevada wachsenden sämmtlich verschieden¹²⁾. Von einigen Mediterranformen fehlen in Kalifornien die Vertreter, so die Zwergpalmen, indem an der Westküste Nordamerikas die Palmen und überhaupt die meisten tropischen Familien den Wendekreis nicht oder nur wenig überschreiten. Im Ganzen sind die Vegetations-

formen Kaliforniens der Abgeschlossenheit des Landes gemäss eiförmiger, als am Mittelmeer.

Die Uebereinstimmung der Laubbölzer zeigt sich sowohl bei den immergrünen Formen, welche durch Amentaceen und durch eine Laurinee, wie bei den periodisch belaubten, die durch Gattungen vertreten sind, deren Verbreitung die ganze nördliche Hemisphäre oder einen grossen Theil derselben umfasst. Zur Lorbeerform gehören in Kalifornien ausser jener Laurinee, die daselbst Olive genannt wird (*Tetranthera californica*), mehrere immergrüne Eichen (z. B. *Q. agrifolia* u. *densiflora*) und ein der Kastanie verwandter Baum (*Castanopsis chrysophylla*), der einzige dieser Reihe, der, wie früher bemerkt, den Oregon überschreitet. Unter den übrigen Laubbölzern wiederholen sich die Buchenform, namentlich in einigen den nord-europäischen Eichen ähnlichen Arten (z. B. *Q. Douglasii*), sodann die der Linden (*Platanus*, *Aesculus*), der Eschen (*Frazinus*, *Juglans*) und der Weiden (*Salix*).

Die immergrünen Sträucher schliessen sich an die Oleander-, Myrten- und Erikenformen Südeuropas, aber nur die häufig zum Gebüsch verkümmerten Eichen (*Q. agrifolia*) und eine mit dem Oregongebiete gemeinsame, hochwüchsige Ericacee (*Arbutus Menziesii*) stimmen mit den dortigen Gattungen überein: mehrfach sind selbst die Familien verschieden. Neben den Ericaceen (ausser der genannten einige Arten von *Arctostaphylos*) und Rosaceen (*Photinia arbutifolia* u. *Prunus ilicifolia*) begegnen uns in den kalifornischen Maquis auch Euphorbiaceen (*Simmondsia*), Hydroleaceen (*Eriodictyon*) und Polygoneen (*Eriogonum fasciculatum*). In dem Harz und in der Wollbekleidung der endemischen Eriodyctien, welche bei S. Diego als Brennholz benutzt werden, erkennt man die bekannten Beziehungen zu der wachsenden Dürre des dortigen Klimas. Die Erikenform vertritt in Kalifornien eine Gattung von Rosaceen (*Adenostoma*). Die Nachbarschaft der Prairien ist durch Synanthereensträucher angedeutet (*Artemisia californica*, *Bacharis*).

Auch unter den Stauden, deren Mannigfaltigkeit gross ist, wie auf den Matten am Mittelmeer, sind die Synanthereen überwiegend vertreten. Zu den charakteristischen Gruppen gehören ferner unter den Leguminosen die Lupinen und Trifolieen, sodann die Polemoniaceen (*Gilia*), die Hydrophyllenen (*Phacelia*) und die Papaveraceen

(z. B. *Eschscholtzia*). Die letzte Analogie endlich mit der Mediterranflora besteht in den gesellig wachsenden, einjährigen Gräsern (*Avena*).

Vegetationsformationen und Regionen. Einförmig erhebt sich das oberkalifornische Küstenland vom stillen Meere bis zum Kamm der Sierra Nevada¹³). Jenseits des Höhenzuges, der das Gestade begleitet und nicht hoch genug ist, um die Feuchtigkeit der Seewinde zu verdichten, entfalten sich die aus zahlreichen Querschluchten gespeisten, wohlbewässerten Längsthäler am westlichen Fusse des Hochgebirgs. Südwärts von der Mündung des Oregon, wo die Tannen an der Küste aufhören, verschwindet in der Ebene, auf den Hügeln und an den unteren Berggehängen der Waldreichtum allmählig immer mehr. Ueber den San Francisco hinaus (38° N. B.) giebt es keine grossen Wälder und überall wenig Bäume⁷). Wenn man diesen Strom von der Küste aus hinaufschiffet, erblickt man eine weite Alluvialebene, offen und wie ein natürlicher Park von Eichengehölzen spärlich bewaldet: diese durchströmt der Fluss und überschwemmt sie in nassen Jahreszeiten. Neben den immergrünen und periodisch belaubten Eichen enthalten die Laubwälder auch die kalifornische Laurinee und einzelne Arten von Eschen und Rosskastanien, das Stromufer begleiten die Weidenbäume und eine endemische Platane (*P. racemosa*). Hier haben die hohen Tannenwälder der Oregonküste sich in die höheren Regionen am Westabhang der Sierra Nevada zurückgezogen, lassen aber in den Lücken und Einschnitten des Gebirgs der Vegetation der Prairien häufig freien Spielraum, von Osten her herüber zu treten.

Wenn die Physiognomie der natürlichen Parklandschaft Kaliforniens mit ihrem Wechsel von Waldung und offener Fläche den Baumwuchs in höherem Grade, als in der Mediterranflora zurücktreten lässt, so erscheinen die übrigen Formationen dem Charakter derselben um so ähnlicher und im Süden des langgestreckten Landstreifens wird diese Aehnlichkeit noch grösser. Hier sind die immergrünen Gesträuche mit den Maquis zu vergleichen, die trockenen Hügel bedecken sich im Frühling mit blüthenreichen Matten, und die einjährigen Gräser nehmen einen grossen Raum ein.

Anschauliche Schilderungen des Einzelnen hat über die Umgegend von S. Diego Parry¹²) mitgetheilt. Er unterscheidet eine Küstenregion, wo die Maquis vorherrschen, Gebüsche von niedrigem,

verkümmertem Wuchs, wo bei einigen Sträuchern das glänzende Grün des Laubes die Fähigkeit, der Sommerdürre zu widerstehen, anzeigt, bei einem grossen Theile derselben aber die bleiche Färbung auffällt, die nicht allein von der Haarbekleidung der Artemisien bedingt wird. Unter den Cacteen, welche die Maquis begleiten, sind die verschiedenen Vegetationsformen dieser Familie zu bemerken. Von Bäumen sieht man hier nur eine Kiefer ausser den leichten Hölzern der Flussufer, dem vorzüglich aus Pappeln und Weiden, wie in den Prairien, bestehenden Cotton-wood. Ueber der Küstenregion treten andere Arten von Gesträuchen auf, ebenfalls ein niedriges Gebüsch bildend, namentlich von immergrünen Eichen, während die Artemisien in einem gewissen Niveau verschwinden. Auch an den Abhängen der Höhenzüge (bis 2800 Fuss) sind diese Maquis häufig und von so dicht verwobenem Wuchs, dass man durch das Dickicht nicht leicht hindurchdringen kann.

Die Matten, welche mit den Maquis abwechseln, sind ebenso wie diese denen Südeuropas ähnlich, sowohl durch die Verschiedenartigkeit der Stauden, welche sie zusammensetzen, als durch die Gegensätze reizender Blütenfülle und schmuckloser Oede, die nach den Phasen der Vegetationsperiode so rasch auf einander folgen. Die Blütenzeiten der meisten Gewächse fallen in die letzte Hälfte des Winters oder in die beiden ersten Frühlingsmonate, im Februar ist die Landschaft durch lebhaft und mannigfache Blumenfarben am reichsten geschmückt: bei San Diego dauert der Wechsel dieser Erscheinungen bis zum April, dann fangen die dürren Hügel bald an, einer öden Steppe zu gleichen. Am Meeresufer werden die Matten, wenn die Trifolien und andere nahrhafte Kräuter überwiegen, zu reichen Weidegründen, aber auch im Binnenlande durch die Formation der einjährigen Gräser, von denen auf geeignetem Boden die Stauden weithin verdrängt werden. Als Froebel¹⁴⁾ auf dem Wege nach Los Angeles (34° N. B.) von den Prairien aus die Gebirgspässe überschritten hatte, traf er eine gesellig wachsende Haferart in solchen Massen, dass die Körner nach ihrer Reife den Boden dicht bedeckten. Er bemerkt, dass dieses Gras nebst einem einjährigen Klee unermessliche Räume daselbst bekleide, und dass Monate lang die Körner desselben einem grossen Heerdenbestande fast die einzige Nahrung bieten.

Die Regionen der Sierra Nevada sind noch näher nach den verschiedenen Breiten und an beiden Abhängen zu vergleichen. Einige Angaben von der dem stillen Meere zugewendeten Abdachung sind folgende:

0'—2800'. Region der Maquis [33° N. B. 12].

2800'—8000' (8400') Waldregion [39° N. B. 15].

Untere Waldregion, 2900'—4700' (33° N. B.).

Region der Wellingtonie, 4700'—6500' [36°—37° N. B. 11].

In der unteren Waldregion über S. Diego fand Parry den Nadelholzgürtel dürftig und in diesen Höhen noch mit Eichen wechselnd, die Pässe waren zu niedrig, um die eigentliche Coniferenregion zu erreichen. Von Nadelhölzern wuchsen hier sechs, zum Theil hochstämmige Arten, aber auch kleinere Kiefern [z. B. eine der Nut-Pines, *P. Parryana* 12]. Erst in den nördlichen Gegenden (jenseits 36° N. B.) und in den mittleren Abschnitten der Waldregion wird das Wachsthum der kalifornischen Riesenbäume überwiegend; eine Reihe verschiedener Arten (etwa 12) von Kiefern und Tannen ordnet sich zu einem breiten Gürtel von Nadelhölzern [2800—8000 Fuss 15], wo sich im Winter ungeheuere Schneemassen anhäufen, die, sich bis zum Mai oder Juni erhaltend, in der regenlosen Vegetationsperiode die Quelle ihrer Feuchtigkeit sind. Von der alpinen Region der Sierra Nevada fehlt es noch an Nachrichten: nach den Durchschnittshöhen des Gebirgszuges 12) zu urtheilen, wird sie ebenso wenig eigenthümlich sein, wie auf den Rocky Mountains. Am Shasta, dessen Gipfel mit ewigem Schnee bedeckt ist, soll mit dem Krummholz (von *Pinus flexilis*) die Vegetation bei 8400 Fuss völlig aufhören 15).

Vegetationscentren. Nach den mechanischen und klimatischen Hindernissen, welche ihrer Wanderung entgegenstehen, musste die kalifornische Flora zum grossen Theil in ihrer Selbständigkeit und Abgeschlossenheit verharren. Nur solche Arten, die gegen den Wechsel des Klimas sich gleichgültiger verhalten, konnten entweder in das feuchtere Oregongebiet übergehen, oder den excessiveren Temperaturen der Prairien Trotz bieten. Solche Verknüpfungen sind zwar zahlreich, aber auch fast die einzigen. Wie viel weniger das Klima Kaliforniens ungeachtet seiner gleichmässigen Temperatur für tropische Organisationen geeignet sei, als das der südlichen

atlantischen Staaten, geht daraus hervor, dass wir von den charakteristischen Familien der heissen Zone hier so wenige vertreten finden, Acanthaceen, Nyctagineen und ausser der oben erwähnten Laurinee keine weitere Baumform.

In einigen, wenn auch nur vereinzelt Fällen tritt Kalifornien mit der Westküste Chiles in Verbindung, also ungeachtet der weiten und durch zwischenliegende Standorte nicht vermittelten Entfernung mit einem analogen Klima der südlichen Hemisphäre. Die Identität mehrerer kalifornischer und chilenischer Pflanzen ist nachgewiesen¹⁶⁾, ausserdem besteht, namentlich bei den Polemoniaceen, eine nahe Verwandtschaft zwischen den Arten beider Länder. Im ersten Falle fordert die Einheit der Vegetationscentren die Annahme stattgefundener Wanderungen, aus dem letzteren kann man auf Aehnlichkeit der Lebensbedingungen oder, wenn man dies vorzieht, auf eingetretene Variationen von Stammarten schliessen. Aus dem Handelsverkehr mit Saatkorn dürfte die Uebertragung nicht genügend zu erklären sein (z. B. schwerlich bei der Rosacee *Acaena pinnatifida*), wohl aber durch die transoceanischen Bewegungen von Zugvögeln. Es ist zwar ein ungemein seltener Fall, dass dieselben den Aequator überschreiten, da der Zweck ihrer Wanderungen ja eben darin besteht, je nach der Jahreszeit wärmere Länder oder die Nahrungsstoffe verschiedener Breiten aufzusuchen. Aber gerade längs der Westküste Amerikas kommen Vogelzüge von einer gemässigten Zone in die andere vor, die den Sommer beider Halbkugeln aufsuchen und wodurch sogar die noch viel selteneren Fälle der Identität arktischer und antarktischer Pflanzen sich erklären lassen.

Ueber den systematischen Charakter der kalifornischen Flora lässt sich noch nicht genügend urtheilen, da es bis jetzt an einer übersichtlichen Zusammenstellung derselben und an ausreichenden Sammlungen fehlt. Schon aus den monotypischen Gattungen lässt sich indessen auf die Bedeutung der dortigen Vegetationscentren schliessen, und wenn wir ihren Reichthum etwa dem der Meditterranflora gleichstellen, würden wir gegen 1000 endemische Arten erwarten können¹⁷⁾.

Ein von mir zusammengestelltes Verzeichniss von 50 endemischen Gattungen Kaliforniens¹⁸⁾ besteht grösstentheils aus Monotypen (42). Diese Ziffern werden indessen wahrscheinlich etwas kleiner

ausfallen, wenn die Verbindungen mit den Prairien genauer ermittelt sind: schon jetzt kennt man eine Reihe von Gattungen, deren Verbreitung auf Kalifornien und dessen beide Nachbarländer beschränkt ist¹⁹⁾. Wie in den Prairien, ist auch hier unter den endemischen Gattungen die Anzahl von Sträuchern beträchtlich (11 Gattungen), denen sich dann noch von Bäumen die Coniferengattung *Sequoia* anreihet. Die Monotypen vertheilen sich unter 23 Familien, unter denen auch hier die Synanthereen die meisten (9) enthalten. Dann folgen die Polygoneen (4), die Papaveraceen, Rosaceen, Onagrarien und Liliaceen (je 3): bei allen übrigen kommen auf jede Familie nur einzelne Gattungen.

XV.

Mexikanisches Gebiet.

Klima. Humboldt vergleicht das mexikanische Klima mit dem peruanischen, in beiden Ländern beruhe die Dürre des hochgelegenen Binnenlandes auf der Annäherung der Gebirge an die Küste¹⁾. Hiemit sind, wenn wir diesen Gesichtspunkt erweitern, die klimatischen Gegensätze des tropischen Amerikas in ihrer Abhängigkeit von der Erhebung der Anden schon in sofern anerkannt, als der Kontinent, ebenso wie Afrika, innerhalb der Wendekreise unter der Herrschaft der Passate steht und aus diesen atlantischen Seewinden an den Meridiangebirgen Elevationsniederschläge entstehen, die der westlichen Abdachung derselben entzogen bleiben. Indessen ist nur in Mexiko die dem Passatwinde ausgesetzte Kordillere ein Küstengebirge, in Peru erhebt sie sich aus dem weiten Tieflande Brasiliens. Aber, auch abgesehen von der verschiedenen Lage der Gebirgslinien, erhält Mexiko durch die Unterbrechung der Anden im Isthmus von Panama und durch die abweichende Bildung des Reliefs eine abgesonderte Stellung, welche der Flora dieses Landes einen hohen Grad von Selbständigkeit bewahrt hat. Hier gehören die Wälder von Eichen und von Nadelhölzern aus dem Geschlechte der Fichten (*Pinus*) zu den herrschenden Vegetationsformen, beide überschreiten den Aequator nicht, die letzteren nicht einmal den Isthmus, sie kehren in Südamerika nirgends wieder, nur einen Theil des westindischen Archipels erreichen sie noch.

Nach dem Küstenumriss und auch in einigen anderen Beziehungen könnte man Mexiko mit Ostindien und das tropische Südamerika mit Sudan vergleichen. Mexiko zeigt namentlich eine ähn-

liche, von dem Niveau und der Exposition abhängige Mischung der Klimate, wie Hindostan; in beiden Ländern giebt es weite Räume, von denen die Fülle der Tropenflora ausgeschlossen ist. Da aber die zusammenhängende Hochebene Mexikos bei Weitem höher liegt, als Dekkan [6—8000 Fuss²], so trägt die Vegetation in einem grossen Theile des Landes³) das Gepräge der gemässigten Zone. Nur wenige Formen, einzelne epiphytische Orchideen und Bromeliaceen, welche auf den Nadelhölzern wachsen⁴), erinnern hier von einer Polhöhe, unter der man doch, in die eingeschnittenen Thäler oder zu den Küsten hinabsteigend, binnen wenigen Stunden sich von der tropischen Ueppigkeit des Pflanzenlebens umgeben sieht. Die Unterscheidung der mexikanischen Vegetation nach den Regionen ist demnach das wichtigste Moment, um ihren Charakter naturgemäss darzustellen, und so sehr in die Augen fallend, dass sie bei den Bewohnern einen landesüblichen Ausdruck erhalten hat. Die Eintheilung Mexikos in heisse, gemässigte und kalte Landschaften (*Tjerras calientes, templadas* u. *frias*) weist darauf hin, dass sie diese Regionen, von denen die Erzeugnisse des Bodens bedingt sind, mit der Abnahme der Temperatur nach dem Niveau in Verbindung setzen.

Neben der Wärme muss aber auch die ungleiche Dauer und Intensität der Regenzeit in Betracht gezogen werden, um die Abstufungen der Vegetation nach ihrer Exposition gegen die herrschenden Winde würdigen zu können. Nur an der östlichen Abdachung Mexikos, welche aus dem Passat die Wasserdämpfe des Golfs niederschlägt, kann die Feuchtigkeit einen Grad erreichen, welcher der Entwicklung aller Vegetationsgebilde der Tropenzone entspricht und selbst in der Nähe des Wendekreises an die äquatorialen Landschaften Südamerikas erinnert. Aber auch hier finden sich da, wo das Relief eben oder wenig geneigt ist, und noch allgemeiner unter dem austrocknenden Einflusse der weiten Hochfläche dürre Klimate, deren Vegetation nur von vorübergehenden Zenithregenzeiten benetzt wird. Auf der pacifischen Seite des Kontinents ist vom Wendekreis bis zum Isthmus das Zeitmass der Niederschläge überall verkürzt, weil dieselben nur während der Dauer südwestlicher Seewinde fallen, eines Monsuns, der unter ähnlichen Bedingungen, wie in Hindostan, entsteht und von dem trockenen Passat der übrigen Monate verdrängt wird: auch hier folgen daher die Regenzeiten dem Zenithstande der Sonne.

Um nun die verschiedenen Klimate Mexikos übersichtlich aufzufassen, wird zunächst von den oberen Regionen der vereinzelt vulkanischen Hochgipfel abgesehen, das ganze Land selbst aber nach seinem Gesamtrelief in drei Meridianzonen eingetheilt. Wir beginnen mit der Abdachung zum Golf, die, soweit die Küste nach Osten exponirt ist (23° — 19° N. B.), eine schmale Litoralzone bildet, aus welcher der schneebedeckte Pik von Orizaba weithin über das Meer hinausleuchtet. Die heisse Region von Vera Cruz erhebt sich über dem dürren Küstensaum [0—500 Fuss⁵] in sanft geneigten Grassavannen [500—3000 Fuss⁶], die zuweilen von Waldungen und selbst reinen Palmenbeständen [*Sabal mexicanum*⁷] unterbrochen sind. Gruppen von Palmen sind auch in den Laubgehölzen häufig (z. B. *Acrocomia spinosa*) und begleiten hier die Mimosen-, die Bombaceen- und andere Baumformen, von denen die meisten Arten in der trockenen Jahreszeit ihr Laub verlieren⁸). Eine viel reichere Vegetation von tropischen Erzeugnissen erfüllt die feuchteren Schluchten, die Barrancas, welche als Spaltungsthäler in die mexikanischen Vulkankegel von allen Seiten einschneiden. In dieser heissen Region, deren Temperaturabnahme nach aufwärts fünf Grade beträgt (20° bis 15°), wächst die Regenmenge mit dem Niveau und dem Winkel der Neigungsfläche. An der Küste und wo die Abdachung flach ist, bleibt der Wasserdampf des Passats aufgelöst und die Vegetationsperiode, auf die nasse Jahreszeit eingeschränkt, ist von kürzerer Dauer. Die Regenzeit umfasst die vier Monate vom Juli bis zum Oktober und erweitert sich höchstens bis zu einem Halbjahr [vom Juni bis zum November⁸]. Hier treten der Zenithstand der Sonne und die Elevation der Kordillere in dem Sinne in gemeinsame Wirksamkeit, dass das letztere Moment, an der Küste selbst unbemerklich, aufwärts allmählig an Bedeutung gewinnt. Hiemit verbindet sich sodann im Winter noch ein anderer Einfluss, ein Wechsel des Windes, um in dieser Jahreszeit die Niederschläge zu verhindern. Der Nordostpassat des Golfs wird alsdann an diesen Küsten häufig von dem sogenannten Norte unterbrochen, einem stürmischen Nordwestwinde, der, eine Ablenkung des ersteren und hervorgerufen durch die Aspiration des Tieflands von Yucatan, als ein Landwind der Prairien austrocknend auf das mexikanische Litoral einwirkt.

In dem oberen Abschnitt der tropischen Region, der den Mexikanern bereits als gemässigte Landschaft gilt (3—6000 Fuss), entfalten sich am östlichen Kordillerenabhang die Elevationsniederschläge des Passats in ihrer vollen Ergiebigkeit. Hier dauert die Regenzeit acht bis neun Monate und ist, da auch aus den nördlichen Winden des Winters sich Nebel erzeugen⁵⁾, eigentlich nie ganz unterbrochen. Die Temperatur sinkt nach aufwärts nicht bedeutend (15°—12°). Dies ist die pflanzenreichste Region in diesen Breiten: von feuchten Gebirgswäldern bedeckt, unterscheidet sie sich durch die immergrüne Belaubung der Bäume von den Laubhölzern der Savane. Die tropischen Vegetationsformen gedeihen hier in der grössten Mannigfaltigkeit, von Orchideen sammelte Liebmann⁶⁾ in dieser Region 200 Arten. Die immergrünen Eichen, von denen derselbe am Orizaba mehr als 20 Arten unterschied, bilden den Hauptbestandtheil des Waldes, sie werden von Laurineen und anderen Bäumen der Lorbeerform begleitet. Zu den hochstämmigen dikotyledonischen Laubhölzern gesellen sich Farnbäume, baumartige Lilien (*Yucca*), kleinere Palmen (*Chamaedorea*) und Cycadeen (*Ceratozamia*). Von Lianen durchrankt und geschmückt mit Epiphyten, beschatten diese Waldbäume ein Unterholz, welches aus den verschiedensten Familien zusammengesetzt ist und worin die Melastomaceen mit holzigen Synanthereen und Bambusen sich vereinigen. Die tropischen Kulturen des Kaffees (bis 5000 Fuss), sowie des Pisangs und Zuckerrohrs (bis 5500 Fuss) finden in dieser gemässigten Region ihre Höhengrenze.

Südwärts von Vera Cruz (19° N. B.) und in der Breite von Oaxaca (17°), da wo die Küste des Golfs sich nach Osten zur Halbinsel Yucatan ausbiegt, erweitert sich der Schauplatz der heissen Landschaften, indem die Kordillere und mit ihr die mexikanische Hochebene vom Meere zurückweicht und nun anfängt in jene schmale Erhebungszone längs des stillen Meers überzugehen, welche sich von Guatemala bis zum Isthmus von Panama erstreckt. Mit dieser Erweiterung des östlichen Tieflands ist ein entscheidender Wechsel des Klimas verknüpft, die Feuchtigkeit der gemässigten sinkt nun auch auf die heisse Landschaft herab, und dieser Verbindung von höherer Wärme mit langen Regenzeiten verdankt der Tropenwald, welcher Tabasco bedeckt, einen Vorzug, der diesseits des Golfs von Honduras sich nirgends in Mexiko wiederholt. Hier allein ist der Vegetations-

charakter nach dem äquatorialen Massstabe brasilianischer Urwälder ausgebildet¹⁰⁾. Unter dem dichten Laubdach gemischter Bestände der Lorbeer- und Tamarindenform, in dem »Gewirr von Palmen« strotzt der Wald von holzigen und weichen Lianen, sowie von Epiphyten, von grossblättrigen Aroideen, von Farnen, Bromeliaceen, Piperaceen und Orchideen. In diesem Tieflande, welches durch die austretenden Flüsse »vom Juli bis zum März mehr oder weniger überfluthet wird«, dauert die Regenzeit beinahe neun Monate, also ebenso lange, wie in der gemässigten Landschaft von Vera Cruz, und die fallende Wassermasse ist hier noch grösser. Hier trifft der vom Golf wehende Passatwind die im Süden vorliegende Bergkette von Chiapas, welche mit den Anden von Guatemala zusammenhängt, dann aber, nach Yucatan übergehend und nun nach Nordosten gewendet, sich im Tieflande dieser Halbinsel verliert.

So kommt es, dass Yucatan¹¹⁾, im schneidenden Gegensatze gegen das unmittelbar angrenzende Tabasco, von Wäldern grossentheils entblösst, eine flache, jedoch steinige, heisse und trockene Savane bildet, wo nur in der weit kürzern Regenzeit des Herbstes und Winters (Oktober bis Februar) die Vegetation sich entwickelt und wo sowohl der Mangel an Humus auf dem anstehenden Korallenkalk, als die Seltenheit und geringe Bedeutung der Flüsse die Unfruchtbarkeit des Bodens bedingen. Wegen der ungünstigen Neigungsverhältnisse der Oberfläche verwandeln sich zuweilen zur Zeit der Niederschläge grosse Savanen Monate lang in Landseen. Nur die Küstenlandschaften besitzen jene ausgedehnten Campeche-Wälder, denen Yucatan seine Bedeutung verdankt: allein das beste Blauholz (*Haematoxylon*) wird doch gegenwärtig aus Tabasco ausgeführt. Unweit Campeche finden sich reine Bestände, in denen weder andere Baumformen noch Unterholz anzutreffen sind: auch an der Nord- und Ostküste Yucatans giebt es noch grosse und unberührte Blauholz-Wälder.

Yucatan und Tabasco bieten ein ausgezeichnetes Beispiel von der ungleichen Einwirkung des ebenen oder geneigten Bodens und der Richtung der Gebirgsketten auf den Passatwind. Dieselbe vom mexikanischen Meerbusen wehende Luftströmung trifft beide Küsten, aber sie bewahrt ihren Wasserdampf über der ebenen Fläche der Halbinsel und entladet denselben erst, wenn sie, den Höhenzügen

Yucatan entlang vortiberziehend, an den quer vorliegenden Abhängen der Anden von Chiapas und Guatemala sich abkühlt oder dem ebenfalls erkältenden Verdunstungsprocess der grossen Wälder von Tabasco ausgesetzt ist. Unter diesen Bedingungen kann die Regenzeit der Halbinsel, welche das Einströmen des Norte, als eines kühleren Seewinds, in die Zone eines aufsteigenden Luftstroms zu veranlassen scheint, nur in der kälteren Jahreszeit anhalten und die Feuchtigkeit in dem porösen Boden nicht so lange bewahrt bleiben, wie die Entwicklungsperiode tropischer Wälder fordert: diese sind daher auf die feuchtere Küste und deren Flussniederungen eingeschränkt. In Tabasco hingegen ist die Bewaldung die Folge einer längeren Regenperiode, die nicht bloss vom Stande der Sonne, sondern auch während des Passats noch geraume Zeit von dem Einfluss der Gebirge unterhalten wird.

Wo wir hier nun im Süden des Golfs dem mexikanischen Florengebiet eine natürliche Grenze setzen sollen, ist eine noch nicht sicher und passend zu beantwortende Frage, weil weder die Savanen von Yucatan noch die Wälder von Tabasco und Honduras genügend untersucht sind. Am wahrscheinlichsten ist es, dass hier die Uebergänge der mexikanischen zur westindischen und zur Flora des Isthmus allmählig eintreten. An der Mosquito-Küste von Nicaragua (15° — 11° N. B.) ist das Klima dem von Tabasco ganz ähnlich¹²⁾, die Wälder, welche das Mahagoni liefern (*Sicetenia Mahagoni*), sollen auch hier noch Nadelhölzer enthalten und werden zwischen den gedrängten Flusslinien von Savanen unterbrochen¹³⁾. Nach einer Sammlung von Greytown¹⁴⁾ (11° N. B.) herrscht in Nicaragua bereits der Vegetationscharakter des Isthmus von Panama. Tabasco dagegen steht in einer so nahen Verbindung mit Oaxaca und Vera Cruz, dass die Flora dieser Landschaft von der des übrigen Mexiko nicht getrennt werden kann. Als vorläufige Südgrenze des mexikanischen Florengebiets, welches innerhalb der Anden bis zum Isthmus selbst zusammengefasst worden ist, habe ich in diesen östlichen Tieflandsbildungen die Wasserscheide von Chiapas (17° N. B.) angenommen. Auch ward, bis Yucatan näher erforscht sein wird, nach der geographischen Lage dieser Halbinsel bloss vermuthungsweise auf eine nähere Beziehung derselben zu Westindien, als zu Mexiko geschlossen.

Das Hochland des tropischen Mexiko (23°—17° N. B.) wird nach seinem durchschnittlichen Niveau (6—8000 Fuss) von den Einwohnern grösstentheils zu ihren kalten Landschaften gerechnet, was jedoch, da die Jahreswärme in der 7000 Fuss hoch gelegenen Hauptstadt beinahe 13°¹⁵⁾ beträgt, also wenigstens ebenso hoch steht, wie in Neapel, keine den europäischen Begriffen entsprechende Vorstellung vom Klima gewährt. Nach dem geringen Unterschiede der Jahreszeiten, der den Sommer vom Winter nur um fünf Wärmegrade scheidet, ist indessen auch keine Vergleichung mit dem italienischen Klima zulässig, der Sommer ist kaum wärmer, als in Paris. In dieser Breite wird die Temperaturkurve flach, weil die Insolation zu jeder Zeit kräftiger wirkt, als die nächtliche und winterliche Ausstrahlung. Die Ausdehnung der weiten Hochebenen ist so gross, ihre Fläche so wenig durch die Thäler und Niederungen eingefurcht, dass, einer solchen Massenerhebung entsprechend, die senkrechte Abnahme der Wärme sich verlangsamt¹⁶⁾.

In weit höherem Grade aber, als durch die Temperatur, wird die Vegetation durch die Dürre des Plateauklimas beeinflusst. Hier haben die vom Golf wehenden Winde ihre Feuchtigkeit verloren, und die Zenithregenzeit, welche vom Juni bis September¹⁾ dauert, ist nicht überall hinreichend ausgebildet, um die Fruchtbarkeit des Bodens zu verbürgen. In dem Vegetationscharakter, wie in dem Zeitpunkt der Niederschläge ist das Hochland den südlichen Prairien ähnlich, von denen es sich durch die höhere Gleichmässigkeit der Temperatur unterscheidet. Es kommen fast wüste und noch häufiger baumlose Strecken vor¹⁾, und mit ihnen auch hier Salz führende Hochsteppen, wo die dürftigen Gewässer keinen Ausgang finden und in Landseen verdunsten. Unter dem Einflusse jedoch der der Hochebene ausgesetzten Gebirge und der von ihnen ausgehenden Bewässerung ist ein grosser Theil des Hochlandes fruchtbar genug, um Bewaldung und den Anbau der Cerealien zuzulassen. Die Kultur der Agaven (dos Maguey) ist ausgedehnt und dadurch physiologisch merkwürdig, dass das Ausströmen des Safts aus der Schnittwunde, aus welchem ein geistiges Getränk (der Pulque) bereitet wird, mehrere Monate fort-dauert, nachdem der Zweck dieser erhöhten Lebensäusserung durch Entfernung des Blüthenschafte beseitigt wurde. Auch dem

Oelbaum, dem Morus und der Rebe entspricht das Klima des Hochlandes⁹⁾.

Die Hochebene ist durch die Erhebungslinie am Golf so vollständig klimatisch abgeschlossen, dass die Vegetation der inneren von der äusseren Abdachung stets vollkommen abweicht⁵⁾. Nur die Wälder bestehen auch hier, wie in den Waldregionen der Kordillere, aus Eichen und Nadelhölzern. Die übrigen Formationen gleichen, wenn auch ihre Bestandtheile durchgehends geändert sind, doch physiognomisch den südlichen Prairicen. Die Cactus- und Agavenform giebt nebst den dornigen Mimoseensträuchern auch hier der Vegetation ihren Ausdruck⁶⁾: für die Bildung tropischer Savanen ist entweder die Temperatur zu niedrig oder die Bewässerung nicht ausreichend.

Die pacifische Abdachung des mexikanischen Hochlandes ist weniger einfach gebaut, als die schmale und stärker geneigte Golfzone. In der westlichen Andenkette unterschied Humboldt¹⁷⁾ vier grosse, terrassenförmig geordnete Längsthäler, die man, von Pass zu Pass fortschreitend und bald in die gemässigte und heisse Landschaft hinabsteigend, auf dem Wege von der Hauptstadt nach Acapulco (17° N. B.) quer durchschneidet. Gegen die Golfzone steht der Reichthum der Flora zurück, da nur kürzere Zenithregen eintreten und ein geringeres Mass von Feuchtigkeit den Boden benetzt. Ein Wald, so üppig und formenreich, wie am Orizaba, ist hier nicht anzutreffen, und zugleich werden die Höhengrenzen der Waldregionen in ein tieferes Niveau herabgedrückt. Die Nadelhölzer, die nach Humboldt's Beobachtung¹⁾ am Golf nicht unter 5700 Fuss herabsteigen, beginnen über der Küste von Mazatlan (19° N. B.) schon bei 3000, die Eichen bei 2000 Fuss¹⁸⁾.

Diese Depression der Niveaus gleicher Vegetationsformen, wodurch die Ausbreitung des Tropenwaldes gehemmt wird, ist eine allgemeine Erscheinung an der pacifischen Abdachung Mexikos und Mittelamerikas überhaupt, bis zum Isthmus von Panama ward sie nachgewiesen. Auf dem Viejo, einem Vulkan Nicaraguas an der Fonseca-Bai (13° N. B.), dem südlichsten Punkte, bis zu dem an dieser Küste die Nadelhölzer (in der Form von Kiefern) beobachtet worden sind, fand Oersted¹⁹⁾ dieselben ebenfalls schon bei 3000 Fuss Höhe, die Eichen steigen daselbst bis 1500 Fuss herab. Man kann

in diesen Thatsachen eine Wirkung isolirter Gebirgslagen erblicken²⁰⁾, da am stillen Meere der Einfluss der Massenerhebung des Kontinents aufgehoben ist und hiedurch die senkrechte Abnahme der Wärme beschleunigt wird¹⁶⁾. Die Uebereinstimmung des frei aus der Küstenebene gehobenen Viejo mit den sanft ansteigenden und durch tiefe Thäler unterbrochenen Andenketten von Mazatlan würde hiernach verständlich sein. Allein es lassen sich gegen diese Auffassung Einwürfe erheben, die näher zu prüfen sind. Die hohe Kordillere von Vera Cruz steht zwar unter dem Einflusse der Hochebene von Puebla, mit welcher sie unmittelbar zusammenhängt, aber an der dem Golf zugewendeten Abdachung sind die oberen Waldregionen mit Einschluss der Nadelhölzer durch die Bewölkung vor der Insolation geschützt, so dass man, wie in Sumatra, hier vielmehr eine Depression der Vegetationsgrenzen erwarten sollte. Indessen zeigen die Temperaturmessungen Liebmann's am Orizaba¹⁶⁾, dass daselbst ungeachtet des bewölkten Himmels die senkrechte Abnahme der Wärme ebenso sehr verlangsamt wird, wie auf dem Hochlande selbst. Durch die Massenerhebung wird die gehemmte Sonnenwirkung ausgeglichen. Wir finden hier demnach entgegengesetzte Erscheinungen, wie auf den Sunda-Inseln. Die Nadelhölzer wachsen in demselben Niveau, wie unter dem heiteren Himmel der Hochebene: dieselbe Tanne (*P. religiosa*) bewohnt sogar eine noch höher gelegene Region²¹⁾, als dort. Ein bedeutenderes Licht auf die vorliegende Frage werfen die Beobachtungen auf dem Isthmus. In Costarica, wo die Hochebene von Karthago im Verhältniss zu Mexiko von geringfügiger Ausdehnung ist, hebt sich am karaischen Abhang (10° N. B.) ein aus Palmen und anderen tropischen Baumformen gemischter Wald fast bis zum Kamm der Kordillere. Jenseits desselben findet man in der offenen Landschaft fast nur Savanengehölze und erreicht den Tropenwald erst in der Nähe der Küste. Auch hier zeigt sich also derselbe Unterschied der pacifischen von der den Wolkenbildungen des Passatwindes unterworfenen Abdachung zum karaischen Meer. Mit der durch die Hochebenen in senkrechter Richtung verlangsamt Abnahme der Wärme scheint sich in Mittelamerika ein anderer Einfluss zu verbinden, durch welchen die Höhengrenzen der Vegetation bestimmt werden. Die tropischen Bäume, welche einer intensiven Benetzung des Bodens bedürfen, müssen an den pacifischen Abhängen,

wo ihnen diese fehlt, in einem tieferen Niveau zurückbleiben, als an der Passatseite Mexikos und Costaricas. Hier können sie ihrer Temperatursphäre folgen, dort nur so weit, wie die Wirkung der feuchten Seeluft reicht. In die Regionen, welche sie frei geben, steigen die Nadelhölzer und Eichen, die Bäume des gemässigten Klimas, herab, gerade so, wie die alpine Vegetation der südeuropäischen Gebirge in einem tieferen Niveau beginnt, weil die Baumgrenze durch Mangel an Feuchtigkeit herabgedrückt wird. Nach dieser Auffassung würde der Unterschied der mexikanischen Ostküste von der Vertheilung der Vegetation in Sumatra darauf beruhen, dass dort der Plateaeinfluss und die Feuchtigkeit elevirend, hier die durch Umwölkung geminderte Wärme deprimirend auf die Höhengrenzen von Bäumen wirken, die, wenn auch denselben Gattungen, den Eichen und Nadelhölzern angehörend, doch deshalb in der klimatischen Sphäre der Arten noch nicht durchaus gleichzusetzen sind.

Die pacifische Abdachung, von den Niederschlägen des Passatwinds unbenetzt, unterscheidet sich dadurch von der Ostküste des Golfs, dass in der heissen Region das Meeresufer unmittelbar von einem tropischen Walde umsäumt wird, dem erst in einer gewissen Höhe (etwa von 2000 Fuss) die Savanenbildungen folgen. Bei Mazatlan wird aus dieser Waldregion das Blauholz bezogen ¹⁵⁾, welches ihr mit der Südküste des Golfs gemeinsam ist. Im Süden von Guatemala sind diese Wälder reich an Palmen. Von S. Salvador bis zur Landenge von Darien kommt hier als einheimisches Erzeugniss die Cocospalme vor (0—1600 Fuss), welche sich von diesem Vegetationscentrum aus über die Koralleninseln der Südsee und andere Tropenländer ausgebreitet hat. Am Viejo in Nicaragua mischen sich die Eichen in den Palmengürtel ¹⁶⁾, der daselbst bei 2000 Fuss in die Savanen übergeht.

Die Bildung der Savanen wird durch die sanftere Neigung der pacifischen Anden befördert. Noch allgemeiner aber ist ihre Bedeutung im Süden, wo die Hochebene sich bis zum Isthmus allmählig immer mehr verschmälert und von Guatemala an in ein tieferes Niveau (4—5000 Fuss) übergeht. Hier treten die Grassavannen an die Stelle der Prairieenformationen Mexikos und drängen die zusammenhängenden Waldregionen auf den geneigten Boden der Erhebungen zurück, auf den sie nicht selten auch selbst streckenweise tief

hinabsteigen. In den Gehölzen der Savanen und in ihren übrigen Bestandtheilen ist in der Nähe des Isthmus eine Mischung der beiden hier zusammentretenden Florengebiete bemerklich.

Vegetationsformen. Die meisten Landschaftsformen der ganzen Erde sind in der Flora Mexikos vereinigt. Der Ausspruch Humboldt's, dass auf den Anden die Physiognomie aller Breitengrade in der Stufenfolge ihrer Regionen eng zusammentrete, hat indessen hier eine weniger allgemeine Bedeutung, als in Südamerika, weil wegen der ausgedehnteren Massenerhebung Mexikos die Vegetationsformen der gemässigten Zone in einem viel grösseren geographischem Umfange verbreitet sind. Mit den Tropen der alten Welt verglichen, ist der amerikanische Charakter der Vegetationscentren durch die beiden diesem Kontinent eigenthümlichen Familien der Cacteen und Bromeliaceen, sodann durch die erhöhte Mannigfaltigkeit der Palmen, der Melastomaceen, Malpighiaceen und Gesneriaceen ausgedrückt, aber mit Ausnahme der Succulenten sind diese Gruppen nur in den heissen Landschaften reicher entwickelt und von dem weiten Hochlande zum Theil ganz ausgeschlossen.

Die succulenten Formen, welche die mexikanische Flora mit den südlichen Prairien verbinden, bilden auf der Hochebene nicht selten das herrschende und zugleich das durch die verschiedenartigste Stammgestaltung auffallendste Erzeugniss des dürren oder felsigen Bodens. Von den Cacteen, die in unsere Treibhäuser übergegangen sind, stammt die grösste Zahl aus Mexiko. Sie finden sich daselbst fast in allen Regionen²²⁾: einige Mamillarien steigen bis zum Niveau von 11000 Fuss. Nur die epiphytischen Phyllocacten, eine Form, bei welcher der Stamm die flache Gestalt eines Blatts annimmt und die auch den Prairien fremd bleibt, ist auf die schattigen Wälder der heissen Region eingeschränkt.

Von den übrigen Succulenten haben die meisten Agaven in den trockenen Klimaten Mexikos ihre Heimath, wo auch eine Gattung von Crassulaceen (*Echeveria*) mit schönfarbigen Blüthen sich der Chenopodeenform anschliesst, deren nächste Verwandte das Kapland bewohnen²³⁾. Reiche Färbung der Blumenblätter und ungewöhnliche Grösse der Blüthen sind überhaupt im tropischen Amerika häufige Erscheinungen: die Pracht der Cacteen in Mexiko (z. B. des *Cereus speciosus*) kann man mit der Victoria der südamerikanischen

Flüsse zusammenstellen. Auf dieses Verhältniss kann sich die Meinung²¹⁾ stützen, dass zur Befruchtung gewisser amerikanischer Pflanzen nicht bloss kleine Insekten, sondern auch die Kolibris, dieselben verfolgend, mitwirken, indem diese Vögel, an den Anblick des eigenen Gefieders gewöhnt, lebhafte Farben auch in der Blumenwelt aufsuchen sollen und die Grösse der Blüten ihrer eigenen Körpergrösse zu entsprechen hätte, um den befruchtenden Staub abzutragen und anderswohin übertragen zu können.

Die Bromelienform, von welcher die Ananas das bekannteste Beispiel ist, unterscheidet sich von den Agaven durch eine Rosette von nicht succulenten, harten Schilfblättern, von den Liliaceen durch die fehlenden Zwiebeln oder Stammgebilde. In zahlreichen Arten von den verschiedensten Dimensionen durch das tropische Amerika weit verbreitet, bewohnen die Bromeliaceen sowohl die feuchten Wälder wie die Klimate von kürzerer Regenzeit. Der Berührung mit dem Erdboden nicht bedürftig, dienen die epiphytischen Formen mit ihren reichgefärbten, oft gedrängten Blütenständen zur Verzierung der Baumstämme. Die unter dem Blumenschaft vereinigten Blätter sind häufig in ihrem Grunde zu einer flachen Höhlung erweitert, in welcher sie das Wasser der periodischen Regengüsse aufsparen. An der Campeche-Bai kommt eine der grössten Arten, die Pinguin-Bromelie (*B. Pinguin*) vor, welche den Boden stellenweise dicht bekleidet und deren steife, fünf bis sechs Fuss lange Blätter, mit einer Reihe gekrümmter Dornen an ihrem Rande besetzt, dem trockenen Passatklima angepasst erscheinen. Bei vielen Arten bemerkt man eine bläuliche Färbung oder eine Schuppenbildung an der Oberhaut, wodurch ebenfalls Hilfsmittel angedeutet sind, die Verdunstung zu verlangsamen und in einer trockenen Luft die Spannung des Gewebes zu bewahren. Kleinere, epiphytische Formen (*Tillandsia*) erheben sich zu den kälteren Regionen Mexikos, aber nur eine Art, die wegen der fehlenden Laubrosette von der vegetativen Organisation der Bromeliaceen sich weit entfernt, konnte als Vertreter dieser dem tropischen Amerika so eigenthümlichen Familie in den höheren Breiten der atlantischen Südstaaten erwähnt werden.

Die meisten Palmen des tropischen Amerikas sind auf einzelne Florengebiete oder noch engere Verbreitungsbezirke beschränkt und bewohnen die heissen Klimate. Die kleineren Arten (*Chamaedorea*)

sind in den feuchten Bergwäldern Mexikos zahlreich, hohe Stämme bezeichnen die Küstenregion. Das grosse Feuchtigkeitsbedürfniss dieser Familie erkennt man an ihrer Zunahme in den Aequatoriallandschaften Brasiliens, aber aus dem mexikanischen Florengebiete sind doch bereits gegen 50 Arten bekannt geworden (etwa ein Sechstel der amerikanischen Arten), von denen die Chamaedoreen einen grossen Theil ausmachen. In der Golfzone steigen die Palmen bis 5000 Fuss, aber im inneren Hochlande kommen einige andere Arten bis zum Niveau von 8000 Fuss vor⁶⁾. Mehrere eigenthümliche Cycadeen sind in Mexiko einheimisch, die sich den Palmen im Wuchse anschliessen (*Dion*, *Ceratozamia*).

Liliaceenbäume, zum Theil von zierlichster Gestaltung (*Dasyli-rium*, *Fourcroya*), sind in den trockenen Klimaten Mexikos weit verbreitet und steigen bis in die oberen Waldregionen, ohne dass die Abnahme der Temperatur bei gewissen Arten den Wuchs beeinträchtigt. Eben der grösste dieser Bäume (*F. longaeva*), dessen Stamm 40 bis 50 Fuss hoch wird, wurde in Oaxaca noch im Niveau von 10000 Fuss beobachtet. Die meisten Arten dieser Formenreihe sind jedoch, wie gewöhnlich, von geringer Grösse und einige, deren Stamm, wie bei den Zwergpalmen, im Boden verborgen ist, nähern sich im Ansehen der Bromelienform (*Hechtia*, *Beschorneria*).

Nach den Regionen oder Formationen sind die übrigen Baumformen innerhalb bestimmter Niveaugrenzen vertheilt. Die Farnbäume, welche fast der ganzen pacifischen Abdachung fehlen sollen²⁵⁾, wachsen in der Golfzone nur in den feuchten Bergwäldern [2500—5000 Fuss⁶⁾]. Die Bambusenform umsäumt die Stromufer des feuchten Urwalds und hebt sich bis zur Region der immergrünen Eichen in Vera Cruz, steigt aber in den Barrancas des Piks von Orizaba zu weit grösseren Höhen an [bis 9500 Fuss⁶⁾]: auch an den Abhängen der Hochebene des Isthmus ist sie mit den Farnbäumen verbunden [1900—3400 Fuss²⁰⁾]. Die immergrünen, dikotyledonischen Laubhölzer, die Lorbeer- und Tamarindenformen, bewohnen nebst dem amerikanischen Pisang (*Heliconia*) die tropische Region (in der Golfzone bis 6000 Fuss). Mangroven begleiten die Küste des stillen Meers von der Südspitze Kaliforniens bis zum Isthmus, fehlen aber einem grossen Theile der Provinz Vera Cruz. In den Gehölzen der Savanen begegnen wir den Sykomoren- und Bomba-

ceenformen, aber dem Umfange und dem Niveau der Erhebungsmassen gemäss sind die Wälder in dem grössten Theile Mexikos aus den Baumgattungen der gemässigten Zone zusammengesetzt. Ueber den immergrünen Eichen der tropischen Region folgen Arten derselben Gattung mit periodischer Laubbildung, deren Blätter, ebenso wenig, wie bei den ersteren, gelappt, denen der Kastanie gleichen [bis 9500 Fuss ¹⁾]. Die Eichen und Nadelhölzer begleitet eine ähnlich belaubte Erle (*Alnus acuminata*), welche durch die Anden in ihrer ganzen Ausdehnung von Mexiko bis Chile verbreitet ist. Auch das Geschlecht der Linden (*Tilia*) erreicht Mexiko.

Eine strenge Sonderung der dikotyledonischen Laubhölzer nach dem Niveau ist übrigens in den höheren Waldregionen nicht immer nachzuweisen, indem auch gewisse tropische Formen eine niedrigere Temperatur ertragen können. So wurde eine monotypische Bombacee, die durch ihren Bau besonders merkwürdig ist (*Cheirostemon*), auf der Hochebene von Toluca, im Niveau von 8050 Fuss ²⁾ beobachtet: man kannte von diesem Baume lange Zeit nur ein einziges Exemplar, welches wahrscheinlich aus Guatemala stammt, wo derselbe gleichfalls in hoher Lage, an der Grenze der Eichen und Coniferen, den Vulkan del Fuego bewohnt ²⁷⁾.

Etwas bestimmter ist die Region der Coniferen, der höchste Waldgürtel Mexikos, von den Laubhölzern abgesondert. Zwar werden die Fichten in gewissen Höhen von diesen begleitet (am Pik von Orizaba von Eichen und Erlen, erstere bis 11000 Fuss ³⁾), dann aber steigen die Nadelhölzer noch höher nach aufwärts [6000 bis 12300 Fuss ¹⁾] und bilden ausschliesslich die Baumgrenze. An Mannigfaltigkeit der Arten stehen sie den Gebirgen in der gemässigten Zone Nordamerikas wahrscheinlich wenig nach, über 20 Arten ²⁸⁾ sind bereits sicher bekannt geworden, die sich freilich über ein weit grösseres Gebiet vertheilen, als in der kalifornischen Sierra Nevada. Die meisten Coniferen Mexikos sind eigentliche Nadelhölzer: ausserdem ist jedoch auch die Cypressenform vertreten (durch *Cupressus* und *Juniperus*). Die Arten sind fast sämmtlich endemisch: nur die Douglas-Tanne des Oregon (*P. Douglasii*) soll den Wendekreis überschreiten und bei Real del Monte (20° N. B.) vorkommen. Die grosse Mehrzahl der Nadelhölzer besteht aus Kiefern mit drei bis fünf Nadeln in derselben Blattscheide: ausserdem wurden zwei

Tannen und eine zweite Art der nordamerikanischen Gattung *Taxodium* beobachtet. Die mexikanische Tanne (*P. religiosa*) bildet am Pik von Orizaba einen eigenen, abgeschlossenen Waldgürtel [9 bis 11000 Fuss⁶⁾], über den zwei Arten von Kiefern noch höher ansteigen (*P. Montezumae* u. *Hartwegi*). Merkwürdig ist das mexikanische *Taxodium* (*T. mucronatum*) durch die unförmliche Dicke des Stamms: schon zu den Zeiten der spanischen Eroberung war der Baum von Tula bei Oaxaca berühmt, den man mit den afrikanischen Baobab verglichen hat und dessen Umfang nach einer neueren Messung²⁹⁾ fünf Fuss über dem Boden 95 Fuss beträgt. An Höhe des Wachstums sind die mexikanischen Coniferen den kalifornischen weit untergeordnet, und auch der Riesenbaum von Tula hat seine Krone nur wenig über 100 Fuss hoch ausgebildet.

Die Sträucher Mexikos wechseln, wie die Bäume, mit den Regionen, aber noch mehr, als in ihrer Form und in ihrem Vorkommen, nach den Familien, denen sie angehören. In ihrer Belaubung schliessen sie sich grösstentheils an die Formen des Oleanders und der Myrte. In den wärmeren Regionen finden wir im Unterholze der Wälder die Melastomaceen, die an den gebogenen Seitenrippen ihrer Blätter kenntlich sind [bis 7000 Fuss⁵⁾]; Myrtaceen wachsen am Fusse des Piks von Orizaba [bis 4800 Fuss⁶⁾]; Gesneriaceen sind in den Barrancas häufig und holzige Synanthereen begleiten den immergrünen Eichenwald. Selbständige Gesträuchformationen sodann treten im Hochlande auf: hier begegnen uns wieder die Mimosengebüsche und andere Dornsträucher der südlichen Prairien (*Pouquieria*); mit den nordamerikanischen Gebirgen ist der höher gelegene Theil Mexikos durch seine Ericaceen (*Arbutus. Vaccinium*), mit den Anden Südamerikas durch einige besondere Gattungen verknüpft (*Fuchsia, Buddleja*). In der Nähe der Baumgrenze endlich sondert sich ein Gürtel von geselligen Synanthereensträuchern (*Sterea*), welche in der Kleinheit ihrer gedrängten Blätter den Eriken oder auch der Myrtenform ähnlich sind.

Auch durch die Stauden der gemässigten und alpinen Region erscheint Mexiko seiner geographischen Lage gemäss theils mit den höheren Breiten des nordamerikanischen Westens und sogar mit der arktischen Zone, theils mit den südlichen Anden verbunden³⁰⁾. Wenn aber auch mit den südlichen Prairien ein häufiger Austausch

stattgefunden hat, so ist doch kein Fall bekannt, dass ein Gewächs des nordischen Tieflands in den Gebirgen Mexikos wiederkehre, ohne zugleich auf den die gemässigte und tropische Zone verbindenden Hochebenen einheimisch zu sein. Am deutlichsten zeigt sich diese Sonderung der Arten in denjenigen Gattungen, die den tropischen Gebirgen Mexikos mit der arktischen Zone gemeinsam sind. Es scheint, dass jene atmosphärischen Wanderungen zwischen den Gebirgen und Ebenen, die diesswärts des Wendekreises so gewöhnlich sind, sich nicht leicht über die Tropen ausdehnen können, wo durch die flache Temperaturkurve ein so grosser Gegensatz in der Dauer der Vegetationsperiode herbeigeführt wird.

Die Savanen Mexikos zeigen, mit denen Südamerikas verglichen, weniger Uebereinstimmung in der Vegetation der Gräser, als darin, dass auch hier die Paniceen (*Paspalum*) die vorherrschenden Bestandtheile liefern. Der weniger üppige Graswuchs ist dadurch bedingt, dass die Gräser hier, wie auf den Bergwiesen des Nordens, die geneigten Gebirgsflächen aufsuchen und daher nicht so sehr von den tropischen Regengüssen abhängig sind, wie in den ebenen Savanen Südamerikas.

Grösser ist die Verwandtschaft der Schattengewächse des Urwalds in allen Floren des tropischen Amerikas. Ueberall erscheint die Mannigfaltigkeit der Lianen und Epiphyten als ein Massstab der tieferen Gegensätze der Beleuchtung und des Dunkels, sowie der zunehmenden Feuchtigkeit. Die Lianen und gewisse unter den Epiphyten vorherrschende Familien, wie die Piperaceen, Aroideen und Farne, begünstigt auch die höhere Temperatur des Tieflands. Die Orchideen, die in Mexiko, wie auf dem Khasiagebirge Indiens, eine der artenreichsten Familien³¹⁾ bilden, scheinen in den kühleren Klimaten der tropischen Region noch zuzunehmen, wo eine Fülle von atmosphärischen Formen, eine Blumenpracht von Epidendreen und Vandeem neben den kleineren und zierlichen Malaxideen in den Eichenwäldern unerschöpflich sich darbietet. Unter den Lianen Mexikos sind wegen ihrer merkantilischen Bedeutung die Smilacacee, welche die Sassaparilla liefert (*Smilax officinalis*), und die Vanille (*Vanilla aromatica*) hervorzuheben: die letztere ist die einzige Gattung von Schlingpflanzen unter den Orchideen, die in den feuchtwarmen Urwäldern, namentlich in Oaxaca einheimisch ist.

Vegetationsformationen und Regionen. Die feuchten Wälder eines heissen Klimas, in denen die Vegetation niemals gleichzeitig und vollständig unterbrochen ist, und die periodisch ausgetrockneten Savanen mit ihrem Winterschlaf in der regenlosen Jahreszeit sind die Hauptformationen des tropischen Amerikas und in den meisten Floren von übereinstimmendem Charakter: die ersteren gleichen denen des indischen Archipels, die letzteren erinnern an die Physiognomie Sudans. In den Schilderungen der reich bewässerten Tropenwälder von Tabasco und vom südlichen Theil der Provinz Vera Cruz findet man keine bemerkenswerthe Verschiedenheit von denen aus Guiana und Brasilien. So sehr auch die Bestandtheile in systematischer Beziehung abweichen mögen, so ist doch die Verbindung der Vegetationsformen die nämliche. Aber da sie dem Raume nach, den sie einnehmen, in Mexiko noch mehr, als in den südlichen Anden zurücktreten, die durch tiefere Einschnitte häufiger gegliedert sind, so gewinnt hier die Unterscheidung der Regionen eine weit grössere Bedeutung und wird daher passend mit der der Formationen zusammengefasst. Die Hauptzüge dieser Abstufungen des mexikanischen Florengebiets wurden jedoch in der klimatischen Uebersicht bereits erwähnt, und es bleiben uns zunächst nur noch die oberen Regionen der hohen vulkanischen Kegelberge³²⁾ zu erörtern übrig, die aus der Massenerhebung der Anden am Golf sowohl als im inneren Hochlande zerstreut oder über bestimmten Spaltungslinien geordnet hervortreten.

Mexikanische Anden (21°—17° N. B.).

Golfzone.	{	Tropische Region. 0'—6000' ⁵⁾ .
		Heisse Region mit überwiegend tropischen Familien, — 3000'.
Golfzone und Hochland.	{	Region des immergrünen, mit tropischen Formen gemischten Eichenwalds. 3—6000'.
		Gemässigte Region. 6000'—12300' [Baumgrenze ¹⁾].
		Region des selbständigen Eichenwalds, — 7500' ⁵⁾ .
		„ der Coniferen. 7500'—12300' (— 11000' am Pik von Orizaba).
		Alpine Region. 12300' (11000') — 13900' [Schneegrenze ³³⁾ , 15000' am Pik von Orizaba ⁶⁾].

Vulkane über der Hochebene von Guatemala (14 $\frac{1}{2}$ ° N. B.)

Hochebene. 5000'.

Waldregion. 7000' ²⁷, — 10400'.

Region der Coniferen. 8500'—10400' ²⁰).

Vulkan Irasu in Costarica [10° N. B.] ³⁴).

Hochebene von Carthago. 5000'.

Eichenregion. 7000'—10000'.

Alpine Region. 10000'—11000' (Gipfel).

EWIGEN SCHNEE tragen nur wenige Hochgipfel der mexikanischen Anden, die sämmtlich in der Nähe des 19. Parallelkreises gelegen sind. Die Schneelinie ist in tropischen Gebirgen nicht so sehr von der geographischen Breite, als von dem Relief der Gebirgsmassen und ihrer Feuchtigkeit abhängig. Ungeachtet des Plateaeinflusses ist sie in Mexiko etwas deprimirt, weil die Nebelbildungen aus dem Passat bis zu den grössten Höhen hinaufreichen: aber am Pik von Orizaba, der frei und schlank aus der Kordillere sich erhebt, scheint dies nicht der Fall zu sein. In dieser geographischen Breite sind indessen die Temperaturunterschiede der Jahreszeiten schon in höherem Grade, als in äquatorialen Gebirgen, bemerkbar. Humboldt ¹) fand, dass die Schneegrenze, wenn sie sich im Januar am tiefsten herabsenkt, 2500 Fuss tiefer liegt (11400 Fuss), als im September. Die Verkürzung der Vegetationsperiode durch periodische Schneefälle ist jedoch nicht so bedeutend, um die Holzgewächse in ihrer vertikalen Verbreitung erheblich zu beschränken. Unter den am höchsten ansteigenden Phanerogamen des Piks von Orizaba (14600 Fuss) wurden noch Sträucher angetroffen [*Senecio* ⁶), *Ribes* ⁴)], und einzelne, jedoch zum Theil verkrüppelte Nadelholzbäume (*P. Montezumae*) sah Liebmann weit oberhalb der Grenze des geschlossenen Waldes im Bereich der alpinen Region (bis 14000 Fuss), eine Erscheinung, die mit dem Vorkommen von Bäumen im höchsten Niveau Abessinians zu vergleichen ist. Man kann daher wohl nicht annehmen, dass, wo der Waldgürtel aufhört, bereits der klimatische Grenzwert des Baumlebens erreicht sei. Wenn der ungünstige vulkanische Geröllboden dasselbe nicht beschränkte, möchte der Wald sich wohl bis in die Nähe der Schneelinie heben, wo weder die nöthige Feuchtigkeit fehlt noch die Temperatur zu niedrig ist ³⁵).

Aehnlich verhält es sich auch mit den Regionen der mexikanischen Vulkane überhaupt, die zwar durch das Vorherrschen bestimmter Vegetationsformen scharf abgestuft sind, aber deren

Bestandtheile in untergeordneter oder sporadischer Verbreitung oft weit über ihre Grenzen hinausgreifen. Hieraus geht hervor, dass die Absonderung der Regionen weniger von den allmählig geänderten klimatischen Werthen abhängt, als von den Bodeneinflüssen, welche den landschaftlichen Charakter der Formationen bestimmen. Am Pik von Orizaba sind in der alpinen Region mehrere Vegetationsgürtel unterschieden worden⁶⁾, welche auf dieses Verhältniss hinweisen. Die Stevien, die, den Rhododendren der Alpen entsprechend, über der Waldgrenze gesellig auftreten (11000—13600 Fuss), bewohnen, mit alpinen Stauden verbunden, die vulkanischen Gerölle der Kordillere. Der aus feineren, sandigen Eruptivstoffen gebildete Boden der höchsten Gebirgsfläche erzeugt eine grasreiche Alpenmatte (13600 bis 14300 Fuss), und auf den Felsblöcken des Kraters, der sich aus dieser erhebt, bleiben fast nur noch Lichenen und Moose übrig (14300 bis 14800 Fuss). In Costarica¹⁹⁾ fehlt mit den Nadelhölzern auch jener Steviengürtel und wird daselbst am Irasu durch Ericen ersetzt (*Vaccinium*, *Pernettya*), welche, von Alpenmatten begleitet, hier bis zum Gipfel des Berges reichen (10000 bis 11000 Fuss).

Aber auch unterhalb der Waldgrenze nimmt die Region der Coniferen leicht Fremdartiges auf. In den Nadelwäldern des Piks von Orizaba⁶⁾ (7500 bis 11000 Fuss) herrscht keineswegs die Einförmigkeit des Nordens. Eingemischt kommen überall Laubbäume vor, Eichen und Erlen; die Schattenkräuter bleiben mannigfaltig, eine üppige Vegetation ernähren die hier beginnenden Barrancas, ganze Bergseiten sind kahl und mit hoher Grasnarbe und alpinen Stauden bedeckt. Auch die abwärts folgenden, reineren Eichenbestände (6000 bis 7500 Fuss) werden da, wo die Niederschläge gemindert sind, von den Formationen des offenen Hochlandes, den Mimosengesträuchen und Succulenten, unterbrochen.

Ein schärferer klimatischer Wechsel bezeichnet erst den Fuss der Kordillere (bei 6000 Fuss), wo die tropischen Vegetationsformen anfangen zurückzutreten. Allein auch unterhalb dieses Niveaus ist die den mexikanischen Gebirgen eigene Mischung der Vegetationsformen noch dadurch ausgedrückt, dass der obere Abschnitt der tropischen Waldregion (3—6000 Fuss), wie im indischen Archipel, die Eichen mit den Baumformen des Tropenklimas verbindet.

Immergrüne Eichenwälder bedecken einen grossen Theil des Hügellandes bei Orizaba³⁶⁾, aber die tropischen Vertreter der Lorbeerform (Laurineen, Anonaceen, Sapoteen u. a.) sind überall häufig, und das Unterholz bilden Chamaedoreen, Cycadeen, Melastomaceen und Myrtaceen. Durch die Mischung der Bestandtheile, das dichte Wachsthum holziger Gewächse und ihren Ueberfluss an Epiphyten ist diese Region den reinen Waldbeständen aus tropischen Familien an der Südküste des Golfs ähnlich, aber in diesen erhöht sich mit der steigenden Wärme die Mannigfaltigkeit der Baumarten, die Grösse der Palmen, die Bedeutung der holzigen Lianen und häufiger vergrössern sich die Laubdimensionen der Schattengewächse, der Aroideen, der Scitamineen und Farne.

Die Savanen Amerikas unterscheiden sich von denen des tropischen Afrikas durch eine stärkere Mischung der Bestandtheile und dadurch, dass sie häufiger jene lichten Waldungen von niedrigen oder mittelgrossen Bäumen aufnehmen, die man in Brasilien Catingas nennt und die in der trockenen Jahreszeit grösstentheils ihr Laub verlieren. Diese Gehölze sind aus Bäumen der verschiedensten Familien zusammengesetzt, von denen die meisten in dieser Beziehung übereinstimmen und der Sykomorenform entsprechen. Die Chumicales in Panama sind solche Baumgruppen, aus einer Dilleniacee (*Curatella*) gebildet, deren papierähnliche Blätter im Winde rasseln, wie das trockene Laub des europäischen Herbstes³⁷⁾. Nach Wagner's Beobachtungen im Isthmus³⁵⁾ besteht zwischen den Savanen und diesen Catingas ein säkularer Wechsel, indem gewisse Savanenbäume (*Duranta*, *Curatella*) vom Rande des Waldes auf die sonnige Fläche allmählig vorrücken und, den Humus des Erdreichs vermehrend, den übrigen einen Schutz gewähren. Endlich aber werden sie selbst, wenn der Boden an Nahrungstoffen erschöpft ist, durch die offene Savane wiederum verdrängt werden können.

Die Savanen des mexikanischen Florengiets sind nur an seiner pacifischen Abdachung auf weiten Räumen entwickelt. Auf dem geneigten Boden ist hier, wo die Bewässerung durch Niederschläge nur wenige Monate dauert, der Grasboden oft ungemein dürrig: auf den Anden des Isthmus fand Wagner²⁰⁾ den Rasen durchschnittlich nicht über zwei Zoll hoch. Solche Formationen dürfte man doch nicht passend als Bergwiesen bezeichnen, da die

»gelblich-braune Färbung« während der trockenen Jahreszeit den Typus der Savanengräser andeutet und die mit ihnen verbundenen Kräuter und Halbsträucher einen bedeutenden Theil des Bodens bedecken: die Sensitive (*Mimosa pudica*) soll daselbst zuweilen die Hälfte der Oberfläche einnehmen³⁸⁾. Auch gehen in anderen Gegenden die Gräser in die gewöhnlichen, höheren Rasenformen der Savane über. In der schmalen Savanenzzone der heissen Region an der Küste von Vera Cruz sind die einzelnen Grasbüschel von zwei Fuss hohen Malvaceensträuchern (*Sida*) durchwachsen³⁶⁾ und werden von Mimoseengebütschen begleitet⁶⁾.

Vegetationscentren. Es giebt eine ansehnliche Reihe von Pflanzen, welche über das ganze tropische Amerika verbreitet sind, und eine andere fast ebenso grosse Anzahl, deren Wohngebiet über einen grossen Theil desselben diesseits des Aequators nachgewiesen ist³⁹⁾. Von diesen Gewächsen, auf deren Wanderungen aus ihrer Organisation selbst oder aus den Bedingungen ihres Vorkommens geschlossen werden kann, muss man absehen, wenn man den systematischen Charakter der einzelnen Florengebiete bestimmen will. Es sind dies Pflanzen aus Familien von längerer Dauer der Keimkraft des Samens, viele sind einjährig, Holzgewächse unter ihnen selten: die meisten begleiten entweder das Kulturland, oder sie suchen einen feuchten Boden an, und manche folgen dem Seestrande. Fügt man ihnen diejenigen hinzu, die von einem Kontinent zum anderen übergehen, oder die den Wendekreis überschreiten, so kann man in Mexiko die Zahl der auszuscheidenden auf mehr als 1700 Arten von Gefässpflanzen schätzen. Und doch ist die mexikanische Flora der durch das Meer abgeordneten und durch das Relief des Bodens so eigenthümlichen Gestaltung des Landes gemäss von den Nachbargebieten in hohem Grade unberührt geblieben. Nur im Norden, wo der klimatische Uebergang von der Tropenzone zu dem Hochlande der südlichen Prairien allmählig eintritt und die Einflüsse der Erhebung des Bodens und seiner Bewässerung so ähnlich sind, steht auch der Austausch zwischen den Vegetationscentren diesseits und jenseits des Wendekreises in einem ähnlichen Verhältniss, wie die Physiognomie der Landschaft. In südlicher Richtung ist der Wechsel der Flora an der pacifischen Abdachung Mexikos noch wenig bekannt: aber, da die Savanen jenseits Panama aufhören, bieten die

dichten Wälder, welche den Isthmus von Darien bedecken, der Einwanderung nach Südamerika eine Schranke. Die Vegetation des inneren Hochlandes wird durch tiefere Lage desselben im Süden schon von Guatemala an beeinflusst und ist, wie bereits bemerkt wurde, durch die Unterbrechung der Hebungen in Panama in gleichem Sinne von den südlichen Anden vollständig abgesondert.

Auch die Gewächse der mexikanischen Ostküste finden in dem abweichenden Klima von Yucatan ein Hinderniss, sich nach Süden auszubreiten, aber die grosse Meeresströmung, welche den Golf umkreist, setzt sie mit Cuba in Verbindung. Dennoch ist die Anzahl mexikanischer Pflanzen, welche Westindien erreichen, nur geringfügig⁴⁰⁾, was sich wohl daraus erklären lässt, dass das Klima der Küsten und Inseln, die der Golfstrom bespült, zu wenig übereinstimmt. Dass die Meeresströmung aber zunächst diese, wenn auch nur beschränkte Einwanderung bewirkt hat, geht daraus hervor, dass die meisten Arten, welche von Mexiko bis Westindien verbreitet sind, nur in Cuba und nicht auf den übrigen Inseln gefunden werden. Denn Cuba allein wird in der Umgegend von Havanna von der Ostküste Mexikos aus durch den Golfstrom berührt. Ein bemerkenswerthes Beispiel von bloss räumlichen und nicht klimatischen Beziehungen zwischen den westlichen Antillen und Mexiko, welches schon Humboldt anführt⁴¹⁾, besteht darin, dass in Cuba und Haiti die Fichten bis zur heissen Region herabsteigen und auf der flachen Insel Pinos mit dem Mahagonibaume (*Swietenia*) gemischt wachsen, während diese Gattung von Nadelhölzern auf den mexikanischen Anden erst in beträchtlicher Meereshöhe auftritt und unter dem Niveau von 3000 Fuss niemals gefunden wird. Die Arten, welche sich in den klimatischen Bedingungen ihres Vorkommens so verschieden verhalten, sind ohne Zweifel nahe unter einander verwandt; sie wurden früher zum Theil zusammengefasst (als *Pinus occidentalis*): aber, wiewohl sie noch nicht genauer auseinandergesetzt sind, so würde sich doch, ihre Verschiedenheit vorausgesetzt, hieraus die oben erwähnte Erscheinung erklären, dass auch in Nicaragua eine Fichte die heisse Region bewohnen und hier, wie in Pinos, den Mahagonibaum begleiten soll. Humboldt äussert bereits die Ansicht, dass der Golfstrom dieselbe von Yucatan nach Westindien verbreitet habe, aber, wenn er meinte, dass das Vorkommen der Fichten in verschiedenen Regionen

nicht vom Klima, sondern von Bodeneinflüssen abzuleiten sei, so hatte dies darin seinen Grund, dass er die Gegensätze in der klimatischen Sphäre nahe verwandter Arten nicht kannte, die eben hier aus den Thatsachen sich zu ergeben scheinen.

Die systematischen Arbeiten über die Flora von Mexiko sind in der Literatur zerstreut: eine handschriftliche Zusammenstellung aus diesen Quellen, welche Kotschy ⁴²⁾ im J. 1852 versuchte, ergab eine Gesamtzahl von 7300 Arten, die sich auf kaum 30000 g. Quadratmeilen vertheilen und nach Massgabe des geringen Umfangs der bisher gründlich untersuchten Landschaften neuen Entdeckungen noch Raum genug lassen. Bringt man die nicht endemischen Arten in Abzug, so könnte man doch immer noch die schon jetzt bekannten eigenthümlichen Pflanzen Mexikos auf mehr als 5000 schätzen, ein Reichthum, der, sofern nur ein kleiner Theil des Gebiets dieses Ergebniss geliefert hat, den der westindischen Inseln wahrscheinlich weit übertrifft ⁴³⁾. Dieses Ergebniss, welches bei der Vergleichung von Kontinenten und Inseln so häufig wiederkehrt, steht in einem gewissen Gegensatz zu dem Endemismus der Gattungen. In Westindien sind beinahe 100 endemische Gattungen nachgewiesen ⁴⁴⁾, die Zahl der mexikanischen schätze ich zwar auf 160, aber fast ein Drittel auf die Synanthereen, bei denen die Systematik sie in höherem Masse, als in anderen Familien, vervielfältigt hat. Das Uebergewicht endemischer Arten ist in Mexiko ungleich grösser. Kontinentale Gattungen haben überhaupt durchschnittlich einen grösseren Umfang, als insulare, weil die Weite des Areals und die Mannigfaltigkeit der Standorte nach dem Gesetz der räumlichen Verwandtschaft der Formen zur Vermehrung der Arten den Anlass bietet. Indessen sind gerade die endemischen Gattungen Mexikos weniger artenreich, als die weiter verbreiteten. Dieselben vertheilen sich unter mehr als 40 Familien, unter denen ausser den Synanthereen namentlich die Gramineen, Scrophularineen, Rutaceen und Onagrarien durch eine Mehrzahl eigenthümlicher Gattungen vertreten sind ⁴⁵⁾. In den Familien, die auf die Physiognomie der mexikanischen Landschaft von Einfluss sind, finden sich endemische Gattungen bei den Palmen, Cycadeen und Cacteen. Unter den den Liliaceen verwandten Gattungen sind die Agaveen zwar nicht durchaus endemisch, aber doch hier weit zahlreicher, als anderswo, ebenso unter den Palmen die

Chamaedoreen. Die Reihe der vorherrschenden Familien der mexikanischen Flora verhält sich in den drei Hauptregionen sehr ungleich. Ueber die heisse Region beider Küsten liegen keine genügende Zusammenstellungen vor, aber von der Hochebene giebt schon die Humboldt'sche Sammlung⁴⁶⁾ die grosse Uebereinstimmung mit den südlichen Prairien in der überwiegenden Zahl der Synanthereen, sodann in den Gramineen, den Leguminosen, den Scrophularineen und Labiaten zu erkennen. Dasselbe Verhältniss hat sich später bei den Cacteen gezeigt, und somit gewährt dieses Ergebniss ein ausgezeichnetes Beispiel von der Verbindung klimatischer und räumlicher Verwandtschaften.

XVI.

Westindien.

Klima. Der westindische Archipel eignet sich besonders, die Anordnung der Gewächse auf oceanischen Inseln zu untersuchen, weil er nächst dem indischen einer der grössten ist, und, wenn man Trinidad ausschliesst, der Austausch mit den Floren des Kontinents sich weniger, als dort, vollzogen hat. Durchaus unter der Herrschaft des Passatwindes stehend, ist das Klima doch durch die geographische Lage und das Relief des Bodens mannigfach beeinflusst¹⁾. Der Verschiedenheit dieser Einwirkungen gemäss sind Dauer und Intensität der Regenzeiten in hohem Masse ungleich, wodurch vier klimatische Gruppen von Inseln sich von einander absondern²⁾, die grossen Antillen, die westliche und die östliche Reihe der Karaiben, endlich die Bahamas. Nach dem zweimaligen Zenithstande der Sonne, dem die Niederschläge nachfolgen, unterscheidet man³⁾ von der grossen Regenzeit, die gewöhnlich vom August bis Ende November anhält, noch eine kürzere im Frühjahr, und am Wendekreise fallen beide im Sommer zusammen.

Auf den grossen Antillen verkürzen sich zwar in Folge der höheren Breite die Solstitialregen, aber unabhängig vom Stande der Sonne entladet der Passatwind, wo er senkrecht die Gebirge trifft und an ihnen nach aufwärts weht, auch in den übrigen Jahreszeiten reichliche Niederschläge, welche den trockeneren Südabhängen entzogen sind. In Jamaika⁴⁾ hat die Nordseite der Insel ein frischeres Waldgrün, weil auch im Winter (bis Ende Februar) die Niederschläge aus dem Passat fort dauern: an den blauen Bergen hören sie niemals auf und auch in Havanna⁵⁾ ist kein Monat regenfrei. An

der Südseite der jamaikanischen Gebirgskette herrscht ein Savannen-klima, indem nur im Herbst der Regen bedeutend und im Frühling von kurzer Dauer ist. Hier kann die Intensität der jährlichen Niederschläge, die im Elevationsregen Westindiens nicht selten über 100 Zoll beträgt, auf weniger als ein Drittel [34 Zoll⁵] der an andern Orten gemessenen Werthe herabsinken. Von diesen Verhältnissen ist die Vertheilung des Tropenwalds und der mit Baumgruppen und Gehölzen besetzten Savannen abhängig.

Die westlichen Karaiben haben lange, die östlichen kurze und unbedeutende Regenzeiten. Auf den erstern werden die Niederschläge durch dicht bewaldete Vulkankegel verstärkt, an denen die Seewinde sich entladen, auf den letztern, die klein und gebirglos sind, lässt der Passat sie nicht zu energischer Ausbildung kommen. Guadeloupe verbindet die Klimate beider Inselreihen, indem die fast völlig abgesonderte Osthälfte (Grande Terre) an der vulkanischen Hebung keinen Theil hat. Diese Insel, wo die Regenmenge an verschiedenen Beobachtungsstationen sich um mehr als das Doppelte verschieden zeigte⁵), zeichnet sich deshalb durch eine grössere Mannigfaltigkeit der Vegetation aus, als irgend eine andere von entsprechendem Umfange⁶).

Die Bahamas sind durchaus flache Inseln, die zum Theil über den Wendekreis hinaus in der Breite von Florida liegen. Mit der gegenüberliegenden Küste stimmen sie darin überein, dass die Niederschläge im Sommer sich verstärken⁵), aber ungeachtet der Aehnlichkeit des Klimas und der Nähe des Kontinents nehmen sie an dessen Flora keinen Antheil.

Westindien besitzt daher, wenn es gleich nur auf einigen Gebirgen die volle Waldenergie äquatorialer Regenzeiten entfaltet, doch eine Fülle klimatischer Gliederungen auf engem Raume vereinigt. Auch ist wegen der höhern Breite ausserhalb des Wendekreises die Temperatur der Bahamas nicht so gleichmässig, wie auf den karibischen Inseln: beide Archipele erstrecken sich über 15 Parallelkreise (27°—12° N. B.). Auf den Antillen sind die Temperaturunterschiede der Jahreszeiten für die Vegetation noch ohne Bedeutung⁷): selbst am Wendekreise zu Havanna ist der Sommer noch nicht 4 Grade wärmer, als der Winter. Aber in Nassau, auf der Bahama-Insel New Providence (25° N. B.), steigt der Unterschied

beider Jahreszeiten bereits beinahe auf 7 Grade und ist sogar grösser, als auf Key West am Süden der Floridas. Die Jahreswärme der Küstenregion bleibt indessen im ganzen Umfange Westindiens nahe übereinstimmend (20° — 22° R.).

So wenig nun auch weder in Bezug auf Feuchtigkeit und Niederschläge noch auf die Temperatur die nördlichen Bahamas von dem nahen Florida abweichen, dessen Küste kaum 14 g. Meilen von ihnen entfernt liegt, so sind sie doch durch ihre tropische Vegetation von dem Kontinent auf das Bestimmteste abgesondert. Die Flora der Bahamas ¹⁾ ist nur ein Glied der westindischen: die grosse Mehrzahl der Pflanzen wächst auch in Cuba und auf andern Antillen, hier überschreiten tropische Familien, westindische Bäume, Lianen und Epiphyten den Wendekreis. Florida hingegen stimmt in seinem Vegetationscharakter im Allgemeinen mit Georgien und Karolina überein. Von westindischen Holzgewächsen sind nur einige wenige eingewandert. Nicht einmal der kleine Archipel von Key West ist durch solche Ansiedelungen in höherem Grade bereichert worden, der noch jenseits der Südspitze Floridas mit New Providence beinahe in gleicher Breite, aber dem Festlande nahe liegt. Noch weniger, als durch das Klima, lässt sich der Gegensatz beider Vegetationsgebiete aus Bodenverhältnissen erklären: denn wie die Küste von Florida durch Korallenbänke umsäumt wird, so ist auch der weite Archipel der Bahamas nichts weiter als ein grosses Bauwerk von Korallenkalk. Wie kommt es nun, dass die westindische Pflanzenschöpfung sich dieses Archipels bemächtigt hat und der ebenso nahe gelegenen und gleichgebauten Keys von Florida nicht? Selbst die wenigen gemeinsamen Gewächse sind grossentheils auch an den Kontinentalküsten des mexikanischen Meerbusens nachgewiesen und können also ebenso wohl von dort, als von Cuba, zu den Keys gelangt sein. Die nächste Ursache ist offenbar, dass die Bahamas mit den grossen Antillen durch zahllose Inseln und Untiefen verbunden sind, Florida hingegen mit seinen Keys von diesem Gebiete durch den Golfstrom getrennt wird, der hier, eng zusammengepresst, am stärksten sich entwickelt: ein Beweis, dass nicht immer die Meeresströmungen Florengebiete verknüpfen, sondern dass sie auch zur Erhaltung der Grenzen ursprünglich gesonderter Schöpfungen beitragen können ¹⁾. Aber zugleich scheint doch auch der Golfstrom

auf die tropische Vegetation der Bahamas nicht ohne Einfluss zu sein. Denn wenn auch Treibholz und Früchte, die in der Strömung schwimmen, durch die Heftigkeit derselben meist in das atlantische Meer hinaustreiben, so hat man doch beobachtet⁸⁾, dass sie leichter an dem Ostrande, also an den Bahamas abgesetzt werden, als an der Küste von Florida, wodurch denn die Einwanderung von Pflanzen aus Cuba nach den erstern befördert wird. Sodann verdanken auch dem Golfstrom diese Inseln die hohe Wärme, die ihrem tropischen Baumwuchs gemäss ist: denn über 20 Grad [20^o,8—22^o,4⁹⁾] hält sich die Temperatur des Meerwassers, so weit sie über den Wendekreis hinaus von ihm bespült werden.

Vegetationsformen. Durch den Anbau hat die Vegetation Westindiens Veränderungen erfahren, die ebenso bedeutend sind, wie in alten Kulturländern. Im Westen von Cuba dienen zwei Drittel des Landbesitzes¹⁰⁾ der Erzeugung von Kulturgewächsen und kaum ein Drittel besteht aus Wald und Weideland. Die Savanen, auf denen der Viehbestand gezüchtet wird (sie werden in Jamaika *Pens* genannt), befinden sich auch nicht mehr in ihrem ursprünglichen Zustande, sondern sind durch die Einführung des Guinea- und Para-Grases (*Panicum maximum* u. *molle*) verbessert worden. Zur Zeit der Entdeckung von Amerika war fast ganz Jamaika¹¹⁾ mit Wäldern von zwei Meliaceen bedeckt, von Mahagonibäumen und Cedrelen (*Sicietenia* u. *Cedrela*); die Urbewohner, die seitdem längst verschwunden sind, kannten ansser dem Mais keine andere Kulturpflanze: in der Folge wurde das Zuckerrohr das Haupterzeugniss in der untern Region (0—2800 Fuss), an dessen Stelle nun seit der Freilassung der Sklaven viel Weideland getreten ist, und im Gebirge [2800—5600 Fuss¹²⁾] entstanden die Kaffeeplantagen. Die Physiognomie Westindiens, als eines bis zu den Berggipfeln bewaldeten Archipels, hat sich indessen doch in den Hauptzügen erhalten, weil der Anbau selbst zum Theil in Baumpflanzungen besteht, die Ansiedelungen von Fruchtbäumen und Palmen, auch die Savanen von Waldungen begleitet werden, sodann weil, wie in allen feuchten Tropenländern, ein Nachwuchs von Holzgewächsen der Urbarmachung des Bodens folgt, wenn dieser sich selbst überlassen wird. Nur weil die neuen Generationen nicht derselben Art sind, wie die früheren, und weil viele Bäume sich angesiedelt haben, welche die

einheimischen zurückdrängen, ist die heutige Vegetation eine andere, als ehemals.

In den Wäldern Westindiens findet man auch jetzt noch die in den warmen Regionen des tropischen Amerikas vorkommenden Vegetationsformen vollständig vereinigt. Wo sich unter den Elevationsniederschlägen des Passatwindes der Urwald erhalten hat, ist er ebenso formenreich, wie auf dem Festlande. Die herrschenden Baumformen mit der Belaubung des Lorbeer oder der Olive treten in einer besonders mannigfaltigen Mischung der Familien auf; an Grösse und Wuchs ungleich gehen sie von bedeutender Stammhöhe zu kleineren Gestalten und zu den immergrünen Gestrüuchen des Unterholzes über. Neben den gewöhnlichen Gruppen der Laurineen, Sapoteen, Rubiaceen, Urticeen sind unter den Bäumen bemerkenswerthe Gattungen von Guttiferen (*Symphoria*), Myrtaceen, Melastomaceen, Tiliaceen, Anonaceen, Bixineen, Canelleen (*Canella*), Ochnaceen, Ilicineen, Combretaceen, Bignoniaceen, Apocyneen, Boragineen, Verbenaceen und Coniferen (*Podocarpus*). Von der selteneren Clavijaform, deren unverzweigter Stamm mit dem Wuchs der Palmen das dikotyledonische Laub verbindet, kommen in Jamaika zwei endemische Gattungen vor, eine Myrtacee (*Grias*) mit mehreren Fuss langen, ungetheilten, und eine Rutacee (*Spathelia*) mit gefiederten Blättern.

Die Palmen sind nicht ganz so mannigfaltig, wie auf dem Festlande, Fächerpalmen (*Thrinax*) am häufigsten. Eine Gattung mit Fiederblättern zeichnet sich durch die Höhe ihres Stammes aus (*Oreodoxa*): dazu gehören die Kohlpalme (*O. oleracea*), welche die Laubbäume des Urwalds begleitet und überragt, und die berühmte Königspalme von Havanna (*O. regia*), die ihr an Grösse wenig nachsteht: der Stamm der erstern wurde bis 120, der letztere bis 110 Fuss hoch gemessen¹³⁾. Farnbäume beginnen erst in einer gewissen Meereshöhe, verbinden sich in den Bergwäldern zuweilen zu einer selbständigen Formation und steigen höher aufwärts, als auf dem Festlande (300—5600 Fuss). An den tiefer gelegenen Standorten wachsen sie zerstreut im Waldschatten, begleitet von kleinern Palmen, vom amerikanischen Pisang (*Heliconia*) und von Bambusen. Die ächten Bambusen (*Bambusa*) sind ostindischen Ursprungs, aber durch die Kultur weit verbreitet worden: die ver-

wandten westindischen Gattungen (z. B. *Arthrostylidium*) weichen im Bau der Blüthen ab, aber nicht in ihrem Wuchse. Eine derselben (*A. excelsum*), die in Dominica einheimisch ist, wird 80 Fuss hoch, eine andere in Jamaika (*Chusquea abietifolia*) klettert als Liane in die Baumkronen.

Viele Bäume, welche an der Leeseite des Passatwindes und auf den flachen Inseln wachsen, verlieren in der trockenen Jahreszeit ihre Belaubung. Die Formen mit gefiederten Blättern sind häufiger, als im Urwalde, Meliaceen, Sapindaceen, Terebinthaceen und Leguminosen: auch hier fehlen die Palmen nicht (*Acrocomia*, *Thrinax*). Aus diesen weniger feuchten Gegenden gewinnt man von einheimischen Erzeugnissen das Guajakharz (von *Guajacum*), das Carannaharz (von *Bursera*), sodann das Mahagoniholz und ein nach Art Brüsseler Spitzen durchbrochenes Bastgewebe (der Thymelaeen *Lagetta* und *Linodendron*). Für die südliche Küstenlandschaft von Jamaika sind die Mimoseen charakteristisch, darunter einige hochstämmige Arten (*Enterolobium*, *Calliandra Saman*), aber sie sollen sämmtlich vom Festlande eingeführt sein.

Zur Bombaceenform gehört der ansehnlichste aller westindischen Bäume (*Eriodendron anfractuosum*), der wegen seiner in Wolle gefüllten Samen der Baumwollenbaum genannt wird, in Jamaika beide Seiten der Insel bewohnt und nur dem Urwalde fremd bleibt. Derselbe erreicht eine Höhe von 150 Fuss und ist ausgezeichnet durch die beträchtliche und bis zur Krone gleichmässige Dicke des Stammes (bis zu 12 Fuss Durchmesser), sowie durch breite, vom Boden bis zur Höhe von 15 Fuss vorspringende Holztafeln¹⁴). Dass einige Gewächse, wie dieser Baum, an beiden Abhängen von Jamaika allgemein verbreitet sind und also für sie der Unterschied des Klimas seine Bedeutung zu verlieren scheint, ist wohl daraus zu erklären, dass die tertiären Kalkgesteine, welche den grössten Theil der Insel einnehmen, auch an der feuchten Nordseite die Feuchtigkeit im Boden nicht zurückhalten. Für dieses poröse Substrat an der dem Passat zugewendeten Abdachung¹¹) ist auch der aromatische Myrtaceenbaum charakteristisch, dessen Früchte als Nelkenpfeffer in den Handel kommen (*Pimenta vulgaris*), während verwandte Arten (z. B. *P. acris*) allgemein auf dürrer Boden verbreitet sind.

Nadelhölzer (z. B. *Pinus cubensis*), von denen schon angeführt

wurde, dass sie in Westindien bis in die heisse Küstenregion herabsteigen, sind auf Cuba, die nach ihnen benannte Nachbarinsel Pinos, auf Haiti und die Bahamas beschränkt. Hiedurch steht, da sie schon in Jamaika durchaus fehlen, ihre Verbreitung in geographischer Beziehung zu ihren grösseren Centren in Mexiko und Florida. Aehnlich, aber doch verschieden verhält sich die durch zwei Wachholderbäume vertretene Cypressenform. Die eine, aus Cuba eingesandte Art ist nämlich die nordamerikanische Ceder (*Juniperus virginiana*); die andere, welche die Karaien und Bahamas bewohnt (*J. barbadiensis*), soll mit der der Bermudas identisch sein¹⁵). In dem erstern Falle würde daher eine Einführung des Baums vom Festlande, im andern eine natürliche Wanderung in entgegengesetzter Richtung, durch den Golfstrom vermittelt, anzunehmen sein.

Die Menge verschiedener Arten von Bäumen und Sträuchern in den Wäldern ist so bedeutend, dass ihre Anzahl der aller übrigen Phanerogamen in der westindischen Flora gleich steht¹). Unter den Sträuchern der Oleander- und Myrtenform sind an endemischen Arten am reichsten die Rubiaceen (z. B. *Rondeletia*, *Psychotria*), die Myrtaceen (*Eugenia*, *Calyptanthes*), die Melastomaceen (*Clidemia*, *Calycogonium*) und die Euphorbiaceen (*Croton*, *Phyllanthus*); im Gebirge treten mehrere Ericen mit ähnlicher Belaubung in den Vordergrund. Die Form der Zwergpalmen (*Sabal*, *Copernicia*), denen einige Cycadeen sich anschliessen (*Zamia*), ist ein Erzeugniss dürrer Felsküsten bis zu den Bahamas.

Lianen und Epiphyten sind gleich mannigfaltig in den feuchten Wäldern und in denen, wo die Vegetation durch Dürre unterbrochen wird, stehen jedoch in einem gewissen Gegensatz, zum Theil nach den Familien, denen sie angehören, oder auch nach der Bildung der Ernährungsorgane. Im Urwalde herrschen die eigentlichen Lianen mit holzigen Stämmen, ihr Wachsthum ist üppiger, zuweilen umhüllen sie die Bäume, wie ein Flechtwerk: im trockenern Klima überwiegt die Convolvulusform, weil die Verstärkung des Stamms, der dort zu den Baumkronen strebt, entbehrt werden kann, wenn der Boden heller beleuchtet ist. Die Lianen Westindiens habe ich auf 8 Procent der Gesamtzahl von Gefässpflanzen geschätzt¹): die Familien, unter welche sie sich vertheilen (mehr als 12), sind in den meisten Tropenländern die nämlichen.

An den Epiphyten ist der Einfluss, den die Dauer der Regenzeit auf die Vegetation ausübt, am allgemeinsten wahrzunehmen. Im Savanenklime dienen die Bäume den Formen der Bromelien und der Cacteen zur Stütze; häufig werden sie durch Loranthaceen und durch fadenförmige Parasiten (z. B. *Cassyta*) ihres Safts beraubt; selbst an dem mächtigen Baumwollenbaum sind jene Feigen (z. B. *Ficus pertusa*) keine seltene Erscheinung, die mit ihren Luftwurzeln den Mutterstamm umspannen und erdrücken, wodurch gerade hier das Sprichwort entstanden ist, dass der Kreole in der Umarmung des Schotten erstickt werde. An den Bäumen des feuchten Urwalds herrschen die Farne vor, in dem verschwenderischen Spiel ihres Blattumrisses sind sie gleichsam die lebenden Arabesken an den Säulen des Laubgewölbes, von den kolossalen Formen, deren Rosetten zuweilen mehrere Armslängen messen (z. B. *Gymnopteris*, *Polypodium aureum*) bis hinab zu dem durchscheinenden Gewebe der zierlichen Trichomanen, die nach ihrer Grösse und Zartheit den Laubmoosen gleichen und von denen allein mehr als 40 Arten bekannt geworden sind. Die atmosphärischen Orchideen endlich sind sowohl in feuchter, als in periodisch austrocknender Luft, aber durch ungleiche Arten vertreten.

Unter allen Vegetationsformen Westindiens drücken die Cacteen und die Farne den grössten Gegensatz des Klimas aus: die ersteren aber beschränken sich hier auf die warme Region, weil nur in dieser die Dürre des Bodens und die Trockenheit der Luft ihrer Vegetation gemäss ist; die letztern werden auf den Gebirgen am häufigsten, an denen der Wasserdampf sich am stetigsten verdichtet, indem sie nur der Feuchtigkeit und des Schattens bedürfen und gegen die Temperatur unempfindlicher sind. In ähnlichen Gegensätzen dürre und feuchter Standorte bewegen sich auch die Formen der Agaven auf der einen, der Scitamineen und der meisten Aroideen auf der andern Seite, welche aber sämmtlich zugleich ein warmes Klima erfordern. Unter allen Familien der westindischen Flora ist die der Farne die grösste, allein sie enthalten wegen der leichten Beweglichkeit ihrer Sporen im Passatwinde nur eine geringe Anzahl von endemischen Arten.

Vegetationsformationen und Regionen. Bis zu den Gipfeln bewaldet, sind die gebirgigen Inseln mit dem indischen

Archipel zu vergleichen und die Regionen, wie dort, durch allmähliche Uebergänge unter einander verbunden. Ihre Vegetation hat Oersted in seiner Schrift über Jamaika¹¹⁾ am anschaulichsten geschildert und die Regionen selbst nach durchschnittlichen Höhengrenzen bestimmter zu unterscheiden versucht. Die Literatur ist übrigens an Darstellungen dieser Art so dürftig, dass wir uns fast nur auf diese Insel beschränken müssen, die jedoch nach ihrer Lage, nach der Höhe des im Osten gelegenen Gebirgsstocks der blauen Berge (7500 Fuss) und der Verschiedenheit des Klimas an der Lee- und Windseite wohl als Typus des Gesamtbildes der westindischen Vegetation dienen kann.

Die Südküste von Jamaika wird an ihren Lagunen von Mangrovwaldung, auf trockenerem Boden von Cocos-Pflanzungen umsäumt. Dann folgen Alluvialebenen, von felsigen Höhen aus Kalkgesteinen unterbrochen, und dies sind die dürrsten Theile der Insel, wo nicht einmal Savanengräser wachsen und die Bäume von Cacteen begleitet sind. Hier besteht die Waldung hauptsächlich aus Mimosen, die nebst dem Campeche-Baum (*Haematoxylon*) vom Festlande eingeführt sein sollen: die endemischen Holzgewächse, die nun gegen diese zurtücktreten, sind von geringer Grösse (z. B. *Brya Ebenus*, *Caesalpinia bijuga*). Auf den Klippen wachsen die grossen Cereen zuweilen massenhaft, über 20 Fuss hoch sich erhebend: auch von diesen Cacteen wurde angenommen¹⁶⁾, dass sie festländischen Ursprungs seien, aber die genauere Vergleichung der Arten hat ergeben, dass sie endemisch und demnach als die natürliche Vegetation dieser Standorte anzusehen sind. In Cuba, wo die Verwitterung allgemeiner einen fruchtbaren Boden erzeugt, kommt es, wenn, wie hier, die Solstitialregen nur wenige Monate dauern und die einzigen Niederschläge sind, zur Bildung von offenen Savanen mit hohem, an der Sonne vertrocknenden Graswuchs¹⁷⁾, die den Campos von Brasilien an die Seite gestellt werden.

Das Hügel- und Bergland, welches den grössten Theil von Jamaika einnimmt (0—1900 Fuss) und wo der Boden entweder wegen seines Substrats oder wegen der kurzen Dauer der Regenzeit ebenfalls einer langwährenden Dürre unterworfen bleibt, ist durch den Anbau am meisten verändert worden. Bleibt der Boden sich selbst überlassen, so erneuert sich der Wald: der Nachwuchs ist

alsdann besonders an den Cecropien (*C. peltata*) und an Piperaceengebüsch (*Artanthe geniculata*) kenntlich. In den Waldungen, die unberührt blieben, sind nach Oersted mehr als ein Dutzend verschiedene Gattungen von dikotyledonischen Laubholzstämmen aus fast ebenso viel Familien, und neben diesen drei Palmen hervorzuheben, aber der Baumwollenbaum (*Eriodendron*) ist unter allen die am meisten in die Augen fallende Erscheinung. Die Bekleidung der Bäume mit Schlingpflanzen und Epiphyten lässt an den einzelnen Stämmen eine grosse Menge verschiedenartiger Pflanzen unterscheiden. Selbst die Felsbrüstungen, die aus dem Walde sich aussondern, tragen ähnliche oder auch dieselben Gewächse, die sonst an den Bäumen epiphytisch wachsen und die das Regenwasser an ihren eigenen Organen zurückhalten (Orchideen, Farne, Bromeliaceen und Gesneriaceen). Wenn die Bewässerung während der Regenzeit durch die Lage eines Abhangs sich erheblich verstärkt, kann auch hier der lichte Wald durch die gedrängten Mahagoni- und Cedrelastämme so düster werden, dass kein Unterholz aufkommt und auch die übrigen Schattengewächse nicht mehr gedeihen. Dann sammelt die Beleuchtung am Ufer der Bäche das Gesträuch von Bambusen, von Piperaceen und die grossen Rosetten der pfeilförmigen Aroideenblätter. Gelegentlich sieht man auch einmal, vom herabströmenden Wasser befeuchtet, ein Gehölz von Fächerpalmen (*Thrinax parviflora*) selbstständig für sich bestehen.

Diese warme und nur periodisch befeuchtete Region von Jamaika stimmt nach ihrem Klima und ihrer Vegetation mit der östlichen Inselreihe der Kariben und mit den Bahamas¹⁸⁾ am meisten überein. Der nördliche Abhang der blauen Berge hingegen hat vermöge seiner Elevationsniederschläge eine grössere Aehnlichkeit mit den waldbedeckten Vulkanen der westlichen Kariben. Da die Wassercirculation niemals aufhört, so erscheinen die Urwälder daselbst das ganze Jahr hindurch in demselben Gewande üppig grünender Belaubung. Hier wurzeln die Bäume in einer tiefen, fruchtbaren Erdkrume, die aus leichter zersetzbaren Gesteinen entsteht, in Jamaika namentlich aus den Porphyren, welche die Grauwacken des Hochgebirgs durchsetzen. Betritt man von der Nordküste dieser Insel aus die warme Region des düstern Waldes, so sieht man die Baumformen nach der verschiedenen Höhe der Stämme sich sondern und ihre Zwischenräume

durch Unterholz ausgefüllt. Zu den grössten Bäumen gehören eine Myrtacee (*Psidium montanum*) und eine Guttifere (*Symphoria*), die Palmen sind zahlreicher, als anderswo, die Bambusen neigen und beugen sich im leichtesten Luftzuge, die Heliconien und Scitamineen stehen mit ihren grossen Blattrossetten in einem gewissen Gegensatz zu den Sträuchern, von denen sie sich abheben.

Die zweite Region auf den Bergen Jamaikas (1900—3750 Fuss) unterscheidet Oersted durch zunehmende Mannigfaltigkeit der Holzgewächse. Die meisten Bäume, die sich an diese Höhen halten, sind endemisch¹⁹⁾: mehrere Melastomaceen werden unter ihnen bemerkt; ein dichtes Unterholz verdrängt die übrigen Schattenpflanzen vom Boden, die Epiphyten werden zahlreicher, die Lianen vermindern sich.

Während die Wärme abnimmt, vermehrt sich in aufsteigender Richtung die Feuchtigkeit, bis die Wolkenregion der blauen Berge (4700—6600 Fuss) erreicht wird, wo nach den Morgenstunden das ganze Jahr hindurch täglich der Wasserdampf sich verdichtet und am Nachmittage als Regen niederfällt. Nur die höchsten Gipfel ragen alsdann sichtbar aus dieser Wolkenbank hervor, in deren Bereich die Temperatur durch die gehinderte Insolation bereits unter 12° R. herabgedrückt wird.

In demselben Niveau, wo die Kaffeekultur noch betrieben wird, finden wir hier einen abgesonderten Waldgürtel (3750—5600 Fuss), der fast ausschliesslich aus Farnbäumen²⁰⁾ besteht. Vereinzelt treten dieselben wohl weithin abwärts im Laubwalde auf, selbst bis zu den Hügeln an der Nordküste, aber erst in jenen Höhen vereinigen sie sich zu einem geschlossenen Bestande, wo die grössten Stämme eine Höhe von 50 bis 60 Fuss erreichen. Es gebe, bemerkt Oersted, vielleicht keine Gegend der Erde, wo die Farnbäume so gesellig wachsen, wie hier, und, in solchem Grade die übrige Vegetation verdrängend, gleichsam ferne Zeiten der Vorwelt zur Anschauung bringen. Nur zwei Coniferen (*Juniperus barbadensis* u. *Podocarpus coriaceus*) und einige Sträucher begleiten sie, einzelne Ericaceen, Melastomaceen, Viburnum und eine endemische Gattung, die den Corneen verwandt ist (*Fadyenia*). Sodann fehlt es nicht an Epiphyten: doch auch unter ihnen herrschen die Farnkräuter und Lykodiaceen, die Orchideen sind durch kleinblüthige Formen vertreten (*Lepanthes, Stelis*).

Ueber der Region der Farnbäume werden die Gipfel der blauen Berge (5600—7500 Fuss) von einer geselligen Conifere, dem Yakka-baum (*Podocarpus coriaceus*), bekleidet, der also hier die Nadelhölzer der gemässigten Region Mexikos ersetzt. An der obern Grenze der Wolken bildet er fast ausschliesslich den Wald: hier haben die Bäume noch eine Höhe von gegen 50 Fuss, aber auf den höchsten Gipfeln werden sie strauchartig (zuletzt nur noch 15 Fuss hoch). Das Unterholz besteht aus hohen Sträuchern, einer Myrtacee (*Eugenia alpina*), einer Lobeliacee mit grossen Purpurblumen (*Tupa ascendens*), zwei Ericaceen (*Vaccinium meridionale* und *Clethra Alexandri*) und einer nicht näher bekannten Bambuse; sogar ein Schlinggewächs ist an diesen Gebüscheln noch zu bemerken (die Rubiacee *Manettia Lygistem*).

Vegetationscentren. Den ersten Aufschluss über die ursprüngliche Anordnung der Pflanzen und ihre Vermischung durch Wanderungen gaben kleine, oceanische Archipele, wie die kanarischen Inseln und die Galapagos. Um die von diesen abgeleiteten Vorstellungen auf die Floren des Festlandes zu übertragen und dadurch ihre Allgemeingültigkeit zu begründen, schien es von Wichtigkeit, ein insulares Gebiet von der Grösse Westindiens zu untersuchen, welches als eine Uebergangsstufe zu den Kontinenten gelten konnte. Dieser Aufgabe habe ich mich, gestützt auf umfassende Sammlungen und von deren systematischer Bearbeitung²¹⁾ ausgehend, unterzogen, und, indem ich auf diese Arbeit¹⁾ verweise, stelle ich hier nur unter allgemeineren Gesichtspunkten die Ergebnisse zusammen, die der gehegten Voraussetzung, dass dieselbe Gesetzmässigkeit, wie auf kleineren Archipeln, auch hier walte, durchaus zur Bestätigung dienen.

Westindien verhält sich nach seiner geographischen Lage zu dem amerikanischen Kontinent, an dessen Haupttheile es sich beiderseits anlehnt, ähnlich, wie die britischen Inseln zu Europa. Während aber auf diesen die Flora dieselbe ist, wie auf dem Festlande, besteht die westindische fast zur Hälfte aus endemischen Arten. Hiernach haben wir allgemein zwischen Archipeln mit eigenen Vegetationscentren und solchen zu unterscheiden, wo entweder niemals besondere Arten entstanden sind oder doch ihr Ursprung sich nicht mehr nachweisen lässt. Im letzteren Falle ist das insulare Gebiet in Beziehung auf seine Flora nur ein Theil des Festlands, von dem es

seine Vegetation entlehnt oder mit dem es sie ausgetauscht hat. Aber wie dieses, so stehen auch die übrigen oceanischen Inseln durch die Einwanderungen, durch welche ihre Flora sich bereicherte, in Beziehung zu einem bestimmten, und zwar gewöhnlich, aber nicht immer zu dem nächstgelegenen Kontinent.

Den Küsten Floridas und Venezuelas in gleichem Grade genähert, hat Westindien mit Nordamerika nur einzelne Gewächse ausgetauscht und den grössten Theil der eingewanderten Arten von dem südamerikanischen Festlande empfangen. Die klimatische Analogie ist die Hauptursache dieses Verhältnisses. Der von Hooker²²⁾ ausgesprochene Satz, dass Inselfloren einer höheren Breite entsprechen, als die ihnen zunächst gelegenen Kontinentalfloren, erleidet hier eine Ausnahme und ist überhaupt auf die tropische Zone nicht allgemein anwendbar, weil in deren Bereich das Klima von der Polhöhe wenig abhängt. Uebrigens haben wir bereits im Golfstrom die Ursache erkannt, wodurch auch noch unter denselben Breitengraden diesseits des Wendekreises die westindische Flora so durchgreifend von der der Südstaaten des nördlichen Festlandes getrennt wird. Nun aber bleibt zu erörtern, weshalb auch Mexiko mit Westindien weniger Gemeinschaft hat, als Venezuela und selbst Guiana²³⁾. Denn wenn man von denjenigen westindischen Pflanzen absieht, die über das ganze tropische Amerika verbreitet sind und deren besondere Heimath sich daher selten ermitteln lässt, ist der Austausch mit Mexiko beinahe ebenso geringfügig, wie mit Florida und Louisiana. Von den übrigen Gewächsen hingegen, die auf dem tropischen Festlande ein engeres Gebiet bewohnen, lässt sich in vielen Fällen nachweisen, dass der Ausgangspunkt ihrer Wanderung auf dem südlichen Kontinent und nicht auf den Antillen selbst lag. Hier sind nicht, wie es zwischen Westindien und Florida der Fall war, die Meeresströmungen ein die Floren trennendes, sondern das sie verknüpfende Element. Der Guiana bespülende Theil des grossen Aequatorialstroms, der, aus dem atlantischen Meere kommend, längs der Nordküste Südamerikas nach dem Isthmus und Yukatan geht, trifft auf seinem Wege gleich Anfangs die karaibischen Inseln. Durch ihn werden die schwimmenden Früchte der Manicaria, einer in Guiana einheimischen Palme, auf Barbadoes und an die Südküste von Jamaika angetrieben. Leichter, als die Erzeugnisse der Inseln auf das Fest-

land übergehen, siedeln sich kontinentale Gewächse auf einem fremden Boden an, wenn sie ein grösseres Gebiet bewohnen und daher in grösseren Massen ihre Samen austreuen. Der geringere Flächeninhalt der Archipele und die kleinere Anzahl der daselbst vorhandenen Individuen sind ein Moment, ihre endemischen Arten zurückzuhalten. Nach der systematischen Stellung und nach der Gestalt des Wohngebiets beurtheilt, sind nur wenige der dem Festlande und Westindien gemeinsamen Pflanzen von den Inseln, die meisten vom südlichen Kontinent ausgegangen. Mit wachsendem, geographischen Abstände vermindert sich ihre Zahl. Auf den grossen Antillen wachsen weniger südamerikanische Gewächse, als auf den Kariben, weil der Meeresweg länger ist, und weil sie eine bei Weitem reichere, endemische Vegetation besitzen, die der Einwanderung einen grösseren Widerstand entgegensetzen konnte.

In vielen Fällen lässt sich nicht ermitteln, ob der Austausch mit dem Festlande durch natürliche Ursachen erfolgt, oder ob eine Pflanze mit den Kulturgewächsen zufällig eingeführt worden ist. Die Ungewissheit ihrer Abstammung und der Geschichte ihrer Wanderungen wächst, je grösser der Umfang ihres Wohngebiets ist. Aber selbst bei denjenigen Arten, die über beide Tropenzonen Amerikas verbreitet sind und deren Anzahl bei Weitem grösser ist²³⁾, als man früher vermuthen mochte, fehlt es nicht an Andeutungen, die zu einer Lösung dieser Fragen dienen können. Unter den Pflanzen von einem so sehr erweiterten Wohngebiet ist die Verschiedenheit der Holzgewächse erheblich geringer²⁴⁾, als unter den endemischen; mannigfaltiger sind die Familien, deren Keime die Lebenskraft längere Zeit bewahren²⁵⁾; das Verhältniss der Arten zu den Gattungen vermindert sich. Diesen Erscheinungen liegt stets die ungleiche, natürliche Wanderungsfähigkeit zu Grunde: in noch höherem Grade zeigt sich dies bei der Vergleichung der kryptogamischen Sporen mit den schwer beweglichen Samen der Phanerogamen und erklärt die Seltenheit des Endemismus bei den westindischen Farnen²⁶⁾, deren Keime der Passat mit Leichtigkeit dem südlichen Festlande zuführen kann.

Die systematische Verwandtschaft mit Arten, die in ihrer Heimath endemisch geblieben sind, ist das wichtigste Mittel, die wahrscheinlichen Bahnen der natürlichen Wanderung zu erkennen. Zu-

weilen kann auch die Form des Wohngebiets zu Aufschlüssen über die Abstammung von bestimmten Vegetationscentren nützlich sein. Dies ist namentlich bei solchen Arten der Fall, die nicht allein das ganze tropische Amerika bewohnen, sondern auch in die wärmeren Gegenden der gemässigten Zonen vorgedrungen sind. Ueberschreiten dieselben nur in einer Richtung den Wendekreis ²⁷⁾, so ist anzunehmen, dass der Ausgangspunkt ihrer Wanderung in der gleichnamigen Hemisphäre gelegen war.

Die ubiquitären und die mehreren tropischen Kontinenten gemeinsamen, die transoceanischen Pflanzen Westindiens (300) sind fast sämtlich entweder Wasser-, Sumpf- und Litoralgewächse, (nicht ganz 100), oder Begleiter der Kulturfelder, die den Kolonisationen über die Erdkugel gefolgt sind (über 200). Die Mehrzahl der letzteren besteht, wie auf den Aeckern der gemässigten Zone, aus vergänglichen einjährigen und vielsamigen Pflanzen. Viele derselben überschreiten auch den Wendekreis, indem sie wegen der Kürze ihrer Vegetationszeit auch ausserhalb der Tropen die Sommerwärme finden, deren sie bedürfen: sie können noch als tropische Segetalpflanzen gelten, wenn ihre Verbreitung nicht über den 40. Breitengrad hinausreicht, und werden ubiquitär, wenn der klimatische Gegensatz der gemässigten und heissen Zonen sie unberührt lässt. Bestimmter äussert sich dieser bei den Holzgewächsen. Unter den Tropen verwandeln sich auch die Stauden leicht in Halbsträucher, bei denen der weiche Stengel nach abwärts verholzt, und in der gleichmässigen Temperatur des Jahres verschwinden die Grenzen zwischen ein- und mehrjährigem Wachstum. Hier findet man unter den Gewächsen, welche mit der Bodenkultur unabsichtlich verbreitet wurden, auch wirkliche Sträucher ²⁸⁾, welche die Pflanzungen der Bäume begleiten, oder, wenn die Plantagen verlassen werden, sich massenhaft ausbreiten. Hierzu gehören auch die Gebüsche von verwilderten Orangen, welche besonders in Cuba häufig sind und, da sie schon vor der Zeit der Europäer in Westindien vorhanden gewesen sein sollen ²⁹⁾, auf vorhistorische Verbindungen Amerikas mit Asien schliessen lassen.

Die weiten Wohngebiete der Wasser- und Sumpfpflanzen sind eine allgemeine Erscheinung, die alle Zonen und die entlegensten Floreengebiete der Erde unter einander verbindet. Sie erklärt sich

theils aus der Verbreitung der Samen durch Zugvögel, theils daraus, dass die Temperaturunterschiede des Wassers geringer sind, als die der atmosphärischen Luft. Die tropischen Litoralpflanzen werden durch die grossen oceanischen Strömungen von einer Küste zur andern geführt, wo sie ähnliche physische Bedingungen wiederfinden: manche bewohnen den Mangrovewald, dessen Erzeugnisse zum Theil in allen Tropenländern übereinstimmen. R. Brown stellte die ersten Verzeichnisse solcher transoceanischen Gewächse zusammen und meinte ³⁰⁾, dass ihr Samen meist einen sehr entwickelten Keim enthalte und dadurch eine längere Dauer der Lebenskraft verbürge. Seitdem ist eine bei Weitem grössere Anzahl bekannt geworden, und nun erscheinen die Verschiedenheiten ihres Baues so viel grösser, dass jene Ansicht sich nicht länger festhalten lässt. Die Mittel, durch welche die zu so weiten Wanderungen erforderliche Dauer der Keimfähigkeit erhöht wird, sind nicht überall erkennbar.

Neben den Küstenpflanzen und denen, die durch die Kolonisation verbreitet sind, giebt es auch einige Gewächse des Binnenlandes ³¹⁾, die das atlantische Meer innerhalb der Tropen überschritten haben. Aber auch hier weist ihr Vorkommen in den Uferwaldungen der Flüsse häufig darauf hin, dass ihre Früchte mit dem fliessenden Wasser in das Meer gelangen und von dessen Strömungen aufgenommen werden konnten. Das Meerwasser in seiner Ruhe ist die wirksamste Schranke gegen die Vermischung der Vegetationscentren, durch seine Bewegungen befördert es sie unter der Voraussetzung, dass Küsten mit entsprechendem Boden und Klima von den Strömungen wirklich berührt werden. Dies ist mit den grossen Aequatorialströmen nicht der Fall, von denen der atlantische erst in einem gewissen Abstände von Afrika anhebt und der pacifische von der wüsten Küste Perus ausgeht und Asien nicht erreicht. Die transoceanischen Wanderungen der Pflanzen gehen in den meisten Fällen nicht, wie diese, von Osten nach Westen, sondern in beiden Meeren von Westen nach Osten. Ueber das atlantische Meer haben sich ursprünglich amerikanische Gewächse an der afrikanischen Küste angesiedelt ³²⁾. Der Golfstrom, der die Verbindung zwischen Cuba und Florida hemmt, ist der Träger schwimmender Früchte nicht blos zu den Bahamas, sondern auch zu den Bermudas, und zuletzt auch die einzige Bahn, auf welcher sie zu den Kontinenten der alten Welt gelangen können.

Die Bermudas (32° N. B.), ein den Bahamas ähnlich gebauter, aber über 200 g. Meilen von ihnen entlegener Archipel von Korallenkalk, haben zwar einige eigenthümliche Landmollusken erzeugt, scheinen aber kein abgesondertes Vegetationscentrum zu besitzen, sondern ihre Flora theils von Westindien, theils von den Südstaaten des Festlandes entlehnt zu haben³³). Sie sind zum grossen Theil von Wäldern der Bermuda-Ceder (*Juniperus barbadensis*) bedeckt, unter deren Schutz die trefflichsten Orangen gezogen werden.

Nach ihren endemischen Erzeugnissen verglichen, verhalten sich die Inseln eines Archipels ebenso zu einander, wie zum Festlande. Das Meer hemmt den Austausch ihrer Vegetationscentren und erhält sie in ihrer ursprünglichen Absonderung. Mein Katalog westindischer Pflanzen, in welchem indessen Haiti und Portorico wegen Mangels an Hilfsmitteln unberücksichtigt geblieben sind, enthält nach Ausschluss der Insel Trinidad, die passender mit Venezuela verbunden wird, unter etwa 4500 Gefässpflanzen 2240 endemische Arten. Abgesehen von den Farnen, die leicht über das Meer sich verbreiten können, und von den Orchideen, deren Wohngebiet nicht genügend bekannt ist, wurde mehr als die Hälfte der endemischen Gewächse (1270) nur auf einer einzigen Insel beobachtet³⁴). Die Vertheilung richtet sich zunächst nach der so ungemein verschiedenen Grösse der einzelnen Inseln, aber diese ist keineswegs allein entscheidend. Cuba mit einem Areal, welches beinahe die Hälfte von ganz Westindien umfasst³⁵), hat bei Weitem die meisten endemischen Arten geliefert (929), aber verhältnissmässig hat sich bis jetzt das zehnfach kleinere Jamaika doch noch bedeutend reicher erwiesen (mit 275 Arten). Eine ungleiche Ergiebigkeit zeigen auch die kleinen vulkanischen Antillen, wo von Dominica die meisten (29) eigenthümlichen Arten bekannt wurden. Endlich konnten kaum Spuren von Vegetationscentren auf den Tertiärkalken der gebirgslosen Karaiben nachgewiesen werden, wie es doch auf den noch jüngeren Bildungen der Bahamas der Fall ist. Weder der geognostische Bau an sich, noch die wahrscheinliche Dauer des insularen Bestehens lassen einen Zusammenhang mit der Anordnung der Centren erkennen. Wenn man auch muthmassen darf, dass, je später eine Insel aus dem Meere hervortauchte, die Bedingungen zur Entstehung endemischer Erzeugnisse um so seltener eingetreten sind, so konnten

doch durch erleichterten Austausch diese Zeichen ihrer geographischen Absonderung auch auf dem ältesten Boden wieder verloren gehen. Der Unterschied der Ergiebigkeit von Jamaika und Cuba aber ist aus der physischen Beschaffenheit beider Inseln leicht zu erklären: die Mannigfaltigkeit der Standorte ist überall die Ursache des erhöhten Reichthums einer Flora. Jamaika hat höhere und ausgedehnte Gebirge, ein verwickeltes Relief, einen wechselnden geognostischen Bau, und vor Allem sind hier die klimatischen Gegensätze der beiden Abhänge einer westöstlich streichenden Hebungslinie von entscheidendem Einfluss. Cuba ist gleichmässiger gebaut und die Hochgebirge sind auf engen Räumen zusammengedrängt. Alle diese Verhältnisse wirken zusammen, die Pflanzen Jamaikas in ihrer Ausbreitung zu beschränken, und, sofern die Vegetationscentren unter dem allgemeinsten Gesetze der organischen Natur, dem der Adaptation stehen, so war ihnen hier ein weiterer Spielraum zu ihren Bildungen gegeben, als in Cuba.

Nimmt man an, dass die vom Festlande eingewanderten Pflanzen eine grössere Kraft haben, sich auszubreiten, als die an Ort und Stelle erzeugten, so erklären sich daraus zwei anscheinend zusammenhanglose Erscheinungen, von denen die eine auf die Anordnung der Individuen, die andere auf das Verhältniss der Arten zu den Gattungen sich bezieht. Die nächste Folge ist, dass die endemischen Pflanzen zurückweichen, dass sie weniger gesellig, oft nur noch an einzelnen Standorten anzutreffen sind und zuletzt vielleicht ganz aussterben, sowie dass diese Verdrängung in demselben Masse zunimmt, als mit der Kolonisation die Ansiedelung fremder Gewächse befördert wird. So sahen wir, wie sehr in Jamaika die Physiognomie der Landschaft sich seit der Ankunft der Europäer verändert hat. Ferner steht hiermit aber auch die andere Thatsache in Verbindung, dass aus den endemischen Arten die grössten Gattungen der Flora hervorgehen. Von grossen Gattungen besitzen immer nur bestimmte Arten jene eigenthümlichen Kräfte, womit die physischen und physiologischen Hindernisse auf ihrer Wanderung überwunden werden, die schwächer ausgestatteten bleiben auf dem engen Raume ihrer Heimath zurück. Die ersteren sind gleichsam mit den stärksten Waffen gerüstet, um zu wuchern und sich massenhaft fortzupflanzen: vom Klima und Boden am wenigsten abhängig, dehnen sie weiter

und weiter ihren Wohnort aus und mögen zuletzt auch das Meer überschreiten. So kommt es, dass die Inseln eines Archipels aus der Ferne nur einzelne Arten von den Gattungen des Festlandes empfangen, während sie selbst Gattungen mit zahlreichen Arten³⁶⁾ nach dem Gesetz der räumlichen Analogie ihrer Centren erzeugt haben. Man kann daher die endemischen von den eingewanderten Pflanzen oft schon dadurch unterscheiden, dass die Artenzahl in der Gattung höher ist³⁷⁾. Dieser Unterschied wird freilich durch die endemischen Monotypen und dadurch verdunkelt, dass wegen der Nähe des Festlandes von zahlreichen kontinentalen Gattungen auch in Westindien einzelne endemische Arten entstanden sind.

Die auf einem fremden Boden angesiedelten Arten bringen in gewissen Fällen klimatische Varietäten hervor, und diese von den wirklich endemischen Arten aus einander zu halten, ist oft eine schwierige Aufgabe für den Systematiker. Wie die Varietäten sich zu ihren Stammarten verhalten, so stehen auch oft die endemischen Arten und selbst die Gattungen zu denen des Kontinents in naher Verwandtschaft. Diese Steigerung der insularen Eigenthümlichkeiten, die nur dem Grade nach verschieden scheint, hat den Anhängern des Darwinismus zur Stütze ihrer Ansichten gedient, indem sie in dem Endemismus der Archipele überhaupt nur eine allmählig eingetretene Umbildung der Organismen des Festlandes zu erkennen meinten. Allein neben der nachweisbaren Variation eingewanderter Pflanzen und neben den Beispielen räumlicher Analogie der endemischen Arten und Gattungen bieten die Archipele auch Reihen von Organisationen, die mit dem Nachbarlande in keiner Beziehung stehen³⁸⁾. In Westindien sind die endemischen Gattungen (gegen 100) überwiegend monotypisch (mehr als 60), und gerade unter diesen finden sich die eigenthümlichsten Bildungen. Sie können nicht eingewandert oder aus eingewanderten hervorgegangen sein, wenn ihre Organisation den Normen nicht der räumlichen, sondern der klimatischen Analogie sich unterordnet oder im System überhaupt eine unvermittelte Stellung einnimmt. Gleich andern Archipelen oder vielleicht in höherem Grade, als irgend ein anderer, ist Westindien durch eine Reihe von Monotypen ausgezeichnet, die unabhängig von den wechselnden Ansichten der Systematik in jedem Pflanzensystem unverändert ihren Platz finden müssen, so dass nicht ihre Selbstän-

digkeit, sondern ihre Stellung zu andern Gruppen Zweifel und Schwierigkeiten hervorruft³⁸⁾. In einigen Fällen sind sie Verbindungsglieder zwischen zwei natürlichen Familien, so dass deren Grenzlinie dadurch verwischt wird (z. B. *Canella* zwischen den Bixineen und Guttiferen, *Picrodendron* zwischen den Juglandeem und Rubiaceen, *Theophrasta* zwischen den Sapoteen und Myrsineen, *Bellonia* zwischen den Gesneriaceen und Solaneen).

Die endemischen Gattungen vertheilen sich unter etwa 40 meist dikotyledonische Familien: beinahe die Hälfte derselben gehört zu den Leguminosen (11), Synanthereen (10), Euphorbiaceen (9), Rubiaceen (9) und Melastomaceen (5). Endemische Arten kommen in 118 Familien vor. Die Holzgewächse sind unter ihnen überwiegend vertreten, selten bemerkt man einjährige Pflanzen, was Hooker²²⁾ zu den Eigenthümlichkeiten oceanischer Archipelle zählt. Beides aber erklärt sich wohl daraus, dass die ersteren auf fremdem Boden überhaupt schwerer zur Entwicklung gelangen, die letzteren hingegen sich am leichtesten ansiedeln, weil sie nur kurze Zeit den Boden einnehmen und, um zu bestehen, um so reichlicher sich besamen müssen. Es ist ein Ausnahmefall, dass manche in grossen Beständen wachsende Bäume über die nördlichen gemässigten Breiten sich weithin ausgebreitet haben. In den übrigen Zonen sind auch auf dem Festlande die Wohngebiete der Holzgewächse am kleinsten, einjährige Pflanzen hingegen auch hier nur selten in ihrer ursprünglichen Heimath zurückgehalten.

Zwölf Familien umfassen die grössere Hälfte der westindischen Phanerogamen³⁹⁾: den drei grössten, den Leguminosen, Orchideen und Rubiaceen stehen die Farne etwa gleich. Der amerikanische Charakter der Flora zeigt sich zuvörderst in den diesem Kontinent eigenthümlichen Familien der Cacteen und Bromeliaceen, sodann in der Zunahme der Melastomaceen, Solaneen und Palmen. Mit Venezuela und Guiana, als den am nächsten verwandten Floren des Festlandes, verglichen, ergiebt sich für Westindien als charakteristisch, dass die Synanthereen, Euphorbiaceen und Urticeen in der Richtung vom Aequator zum nördlichen Wendekreise vermehrt sind.

XVII.

Südamerikanisches Gebiet diesseits des Aequators.

Klima. Südamerika empfängt den nördlichen Passatwind aus dem karaischen und atlantischen Meere und unterscheidet sich dadurch vom tropischen Afrika, dass Sudan in der gleichen Richtung dürre und im Sommer erhitzte Wüsten gegenüber liegen. Die Folge ist, dass in Südamerika auch bei nördlichem Stande der Sonne das Wärme-centrum auf dem Festlande sich behauptet und, da es nicht nach dem Meere ausweichen kann, der Passat an den nördlichen Küsten das ganze Jahr hindurch herrschend bleibt. Ununterbrochene nord-östliche und östliche Winde werden an den in dieser Richtung geöffneten Litoralen von Guiana und Centralamerika beobachtet¹⁾. Dieser Passat aber ist als Seewind an Wasserdampf so reich, dass schon bei einer geringfügigen Abkühlung das Festland von Niederschlägen benetzt wird. Da nun Gebirge den grössten Theil der Küsten des karaischen Meers begleiten, zuerst die Anden Centralamerikas dem Passat entgentreten und dann hart am Litoral Südamerikas die von Neu-Granada ausgehende Kette sich durch Venezuela bis Trinidad fortsetzt, so wiederholen sich hier die klimatischen Verhältnisse der mexikanischen Golfzone. Dichte Wälder bedecken den Boden, und sie können mit öden Strecken abwechseln, wo die Böschung gering ist, oder wo, wie in Cumana²⁾, durch eine vorspringende Landzunge dem Hinterlande die Feuchtigkeit entzogen wird. Aber auch flache Landschaften sehen wir auf dem weiten Raume vom Delta des Orinoko bis über Guiana hinaus von ununterbrochenen

Urwäldern bekleidet, deren Beschaffenheit eine lange Regenzeit voraussetzt. Hier darf man annehmen, dass die Bewaldung des Tieflandes zum grossen Theil die Bedingungen ihrer Erhaltung in sich selbst trägt und dass die Erhebung des Bodens unmittelbar nur wenig zu den Niederschlägen beiträgt. Wo so geringe Wärmeunterschiede hinreichend sind, sie zu erzeugen, wird durch die tiefe Beschattung des Bodens, durch die Baumkronen, welche die Wirkung der Sonnenstrahlen hemmen, die erforderliche Abkühlung unterhalten. Dächte man sich die Bäume entfernt, so würde der Wasserdampf sich nicht so häufig verdichten, es würden Savanen entstehen, wie im Inneren des Landes. Der Ausdehnung der Wälder in Guiana sind ferner die gedrängten, mächtigen Ströme förderlich, die, von den diese Tiefen in einem Halbkreis umspannenden Parime-Bergen genährt, ihre Uferwäldungen unter einander verknüpfen. Die ungleiche Erwärmung des Waldes und der ihn durchkreuzenden Wasserspiegel erleichtert die Entstehung von Nebeln und Wolken. Mit dem Zenithstande der Sonne wachsen diese Unterschiede und, da in diesen dem Aequator schon genäherten Breiten (5° — 10° N. B.) die Perioden der stärksten Erwärmung der Jahreszeit nach schon weit aus einander rücken, so unterscheidet man in Guiana zwei Zenithregenzeiten³⁾, in denen die Niederschläge sich verstärken, ohne jedoch von den übrigen Monaten ganz ausgeschlossen zu sein.

Eine zweite zusammenhängende Waldzone erstreckt sich von der karaischen Küste Centralamerikas über den Isthmus von Panama und Darien und sodann längs des pacifischen Litorals bis zur Bai von Choco (16° — 4° N. B.). Die Feuchtigkeit an den Abdachungen zum karaischen Meer steht, soweit die Fortsetzung der mexikanischen Anden reicht, die dem Passatwinde sich entgegen strecken, unter denselben Bedingungen, wie in Tabasco. Wo die Erhebung des Isthmus zu höheren Gebirgen aufhört, überdeckt der Wald die Landenge von einem Meer bis zum anderen und durch eine Menge von kleinen Küstenflüssen wird eine nicht minder reiche Bewässerung angezeigt. Hier machen sich ähnliche Einflüsse geltend, wie in Guiana, aus dessen Wäldern ein von dorthier fliessender Meeresstrom manche Gewächse bis hierher verbreitet hat. An einigen Küstenplätzen des karaischen Moers umfassen die atmosphärischen Niederschläge einen Zeitraum von zehn bis elf Monaten⁴⁾, und in Darien

hören auch an der pacifischen Seite des Isthmus die Savanenbildungen auf. Hier aber treten nun in südlicher Richtung neue Bedingungen ein, um den Ueberfluss des Regens zu verstärken, die äquatoriale Breite und die Hebung der die Küste begleitenden Kordilleren von Neu-Granada. Je mehr man sich dem Aequator nähert und die Zenithstände der Sonne daher einen grösseren Theil des Jahrs beherrschen, desto mehr verlängert sich die Zeit der Niederschläge. In Panama dauern sie bereits wenigstens acht Monate (vom April bis December), im südlichen Darien, sowie an den Baien von Cupica (7° N. B.) und Choco (4° N. B.) benetzen sie fast unaufhörlich das ganze Jahr hindurch den Boden⁴⁾. Diesseits und jenseits des Aequators (4° N. B. bis 4° S. B.) selbst aber nimmt die Dauer der Regenzeit an der Küste von Ecuador wiederum in raschen Uebergängen ab, nun wechseln öde Strecken mit den bewaldeten, bis plötzlich bei Tumbez [4° S. B.]⁵⁾ das regenlose Florengebiet Perus beginnt, welches hier den Wäldern eine Grenze setzt. Die pacifischen Küstenlandschaften werden durch die vorliegende Kordillere gegen den Passat geschützt, der erst auf hohem Meere in einer beträchtlichen Entfernung vom Festlande wiedererscheint: aber die westlichen Seewinde, welche die Erwärmung des Festlands erzeugt und deren Wasserdampf sich an den Gebirgsabhängen niederschlägt, sind ebenfalls geeignet, lange Regenzeiten zu erzeugen. Weshalb dies an der peruanischen Küste nicht der Fall ist, wird in dem Abschnitt über die Anden zu erklären versucht werden. Die Flora dieses nördlicher gelegenen, feuchten Litorals ist weniger bekannt, als die des Isthmus, in welche sie jedoch allmählig übergeht.

Ueberall fanden wir in den Küstenländern Südamerikas diesseits des Aequators, dass die Verbreitung der Wälder von der Feuchtigkeit bedingt wird, welche das Meer dem Festlande zuführt. Aber entgegengesetzt verhält sich das Innere des Kontinents, wo die grossen Savanen von Guiana und Venezuela, die unermesslichen Llanos, welche Humboldt so plastisch geschildert hat, einem schroffen Gegensatz trockener und nasser Jahreszeiten entsprechen, der vom Stande der Sonne abhängig ist. Hier ist der Einfluss des Meers gehemmt, weil die Gebirgsketten und Wälder den Seewinden den Wasserdampf entzogen haben. In dem weiten Gebiete von Tiefen zwischen dem östlichen Fusse der Anden von Neu-Granada

und den Wäldern des atlantischen Küstenlandes herrscht, so lange der nordöstliche Passat weht, die grösste Trockenheit: es ist die Zeit, wo die Savanen wie leblos zu ruhen scheinen, und erst, wenn mit dem Zenithstande der Sonne das Wärmecentrum in diese Flächen selbst eintritt, bringt der südhemisphärische Südwest, wie in Sudan, aus den feuchten Aequatorialwäldern die Regenzeit, welche das Leben der Vegetation erneuert. Diesen Savanen, die nach Norden und Westen bis an den Fuss der Gebirge reichen, treten in den beiden anderen Himmelsrichtungen die Wälder des Tieflands entgegen, im Süden, im Gebiete der Bifurkationen des Orinoko und Amazonas, in einer so mächtigen Ausdehnung, dass dadurch der Austausch der Pflanzen mit denen der klimatisch verwandten Campos Brasiliens fast vollständig verhindert wird. Hier kann die Südgrenze der Savanen von Venezuela etwa unter den sechsten Grad nördlicher Breite gesetzt werden, wo Humboldt, den Orinoko hinauf fahrend, die Wälder von Atures betrat, die in allmäligen Uebergängen in die des Amazonenstroms hinüberführen (6^0 — 2^0 N. B.). Die noch viel entschiedener Vegetationsgrenze auf der pacifischen Seite des Kontinents, welche durch die Regenlosigkeit der peruanischen Küste bedingt wird, rückt hingegen, wie bemerkt, einige Grade südwärts über den Aequator hinaus. Zwischen diesen beiden so ungleichen klimatischen Wendepunkten aber ist die Erhebung der Anden so übereinstimmend gebildet, dass die Flora dieses Gebirgs sich fast unverändert bis zum Isthmus fortsetzt. Durch die Meridianzone der Kordilleren wird, wie durch einen Keil, die Vegetation des Magdalenaenthals von der Westküste Neu-Granadas abgeschieden.

Vegetations-Formen und Formationen. Wenn wir in der alten Welt die Tropenländer in weitem Umfange zusammenfassend und bei aller örtlichen Verschiedenheit durch die Vermischung ihrer Erzeugnisse verbunden darzustellen versuchten, in Amerika dagegen eine grössere Reihe von abgesonderten Floren unterscheiden, so ist damit nicht gemeint, dieser Kontinent sei einem grösseren klimatischen Wechsel unterworfen oder mannigfaltiger gegliedert, als das indische Monsungebiet, sondern diese Auffassung hat darin ihren Grund, dass der Austausch der Vegetationscentren durch den Küstenumriss, die Gebirge und das Klima dort in weit höherem Grade erschwert wird. Von der grossen Mehrzahl der in den ein-

zelen Floren einheimischen Gewächse wird weder das Meer Westindiens, noch das Meridiangebirge der Anden, noch die breite Zone von äquatorialen Urwäldern am Amazonas, die Hylaea Humboldt's, überschritten. Die Ebenen des tropischen Amerikas unterscheiden sich durch den systematischen Charakter ihrer Floren, durch die Fülle endemischer Arten, nicht aber in gleichem Masse durch ihre Vegetationsformen, die in den einzelnen Gebieten je nach den klimatischen Bedingungen wiederkehren und daher einer erneuten Aufzählung nicht weiter bedürfen. Sie können in Mexiko und Brasilien, an beiden Wendekreisen und am Aequator übereinstimmen, wenn sie auch um so mehr durch verschiedene Gattungen und Arten vertreten werden, je ferner ihre Heimathsorte von einander entlegen sind. Allein da jede Flora doch eine besondere klimatische Stellung hat und eine so grosse Mannigfaltigkeit verschiedener Vegetationsformen, wie Mexiko sie darbietet, sich in Südamerika kaum irgendwo wieder so eng zusammendrängt, so scheint es angemessen, auf das Unterscheidende hinzuweisen, welches in dem Vorherrschen gewisser Formen liegt und noch bedeutsamer aus ihrer Anordnung sich ergeben wird. Eine vergleichende Darstellungsweise wird zu wählen sein, um das Bild der amerikanischen Tropenlandschaft zu vervollständigen. Aber, wie bisher, soll auch hiebei nicht sowohl nach einer umfassenden Berücksichtigung aller Gesichtspunkte gestrebt werden, als vielmehr nur diejenigen zur Sprache kommen, die aus den Schriften der bedeutendsten Reisenden uns entgegentreten.

Vom tropischen Urwalde gab Humboldt eben in Venezuela, am oberen Orinoko, die erste anschauliche Schilderung ⁶⁾, auf welche wir in der Darstellung des äquatorialen Gebiets zurückkommen. In den Wäldern von Guiana, am Essequibo, hat Richard Schomburgk ⁷⁾ ihre Vegetationsbedingungen von einer Seite aufgefasst, welche schon früher von Kittlitz ⁸⁾ bei seinem Aufenthalt auf den Karolinen sinnreich behandelt worden war. Es ist das Problem ihrer Beleuchtung, es ist nachzuweisen, wie die Lichtquellen, die für die Thätigkeit der Blätter unerlässlich sind, denselben ungeachtet der Ueppigkeit des den Boden beschattenden Wachstums überall zu Gebote stehen. Wo Feuchtigkeit und Wärme unter den Tropen einen hohen Grad erreichen, wiederholt sich stets die Verbindung verschiedener Vegetationsformen und der Gegensatz in der Gestaltung und Grösse der

Baumstämme: in Guiana ragt über dem geschlossenen Laubdache des Urwalds als wichtigstes Nutzholz die Mora (*Dimorphandra excelsa*), eine Leguminose der Tamarindenform, 160 Fuss hoch frei empor.

Nachdem Schomburgk den gedrängten Wuchs der Bäume, die Lianen, welche sie mit unzerreissbaren Netzen verknüpfen, nachdem er die Epiphyten geschildert, von denen die hingestürzten, wie die lebenden Stämme bekleidet sind, verweilt er bei der Beleuchtung dieser Wälder, die schon durch die häufige Umwölkung des Himmels gemässigt und sodann durch das Laubdach selbst gehemmt wird. Am Boden vermisst das Auge die Blütenpracht anderer Gegenden und blicke nur auf Pilze, Farne und verwesende Organe: denn auch um Mittag herrsche im Walde nur ein gemildertes Licht, da durch die dicht verflochtenen Zweige fast nirgends ein Streifen des Himmels sichtbar sei. Also doch ein gemildertes Licht unter so dichtem Laubdach, also doch wohl mehr Licht, als in finstern Nadelwäldern: so entscheidet Kittlitz über die merkwürdige Frage, wie doch die Gewächse so wohl gedeihen und ihre grünen Organe athmen mögen, im Schatten der dichtesten Vegetation, welche der Erdboden irgendwo erzeugt. Unter den herrlichsten Bäumen, deren weitverbreitete Belaubung den Himmel fast vollständig verdeckte, war er erstaunt, doch noch immer so viel Licht zu sehen. Nicht der senkrechten Mittagsbeleuchtung war zuzuschreiben, was zu den verschiedensten Tageszeiten sich gleich blieb, sondern nur jenen zahllosen Lichtwellen, welche, von oben zwischen den haufenförmig geordneten Laubmassen in jeder Richtung einfallend, von Stamm zu Stamm und von Zweig zu Zweig gebrochen, zuletzt die unteren Räume des Dickichts erreichen und hier »einen der tropischen Natur eigenthümlichen Ton matten Glanzes hervorbringen«. In der That, was sollte, wenn auch der Boden selbst nicht immer belebt erscheint, wohl aus der Welt von Epiphyten werden, die in eben diesem Schatten zu wachsen bestimmt sind, wenn nicht die Natur den ungeheuern Laubmassen, die ihn werfen, eine »Bildungsweise und Vertheilung gegeben hätte, welche den Lichtstrahlen gestattet, wenn auch unzählige Mal gebrochen, doch noch in hinreichender Kraft zu den Gewächsen der unteren Räume einzudringen«. Die unmittelbar sich berührenden Gegensätze tiefen Dunkels und greller Lichtreflexe werden auf den

Landschaftsbildern aus dem brasilianischen Urwalde von Martius⁹⁾ in diesem Sinne dargestellt.

Hiebei ist zu erklären, weshalb der Schatten in den Laubwäldern der gemässigten Zone vorzugsweise von durchscheinendem, unter den Tropen von gebrochenem Lichte gemildert werde und weshalb die Nadelwälder an diesen beiden Lichtquellen ärmer und daher so oft von Schattenpflanzen entblösst seien. Wenn man überlegt, auf welchen Bahnen das Licht durch die Laubkronen frei eindringen kann, so denkt man zunächst an die Palmen und an die Mimoseenform, an die zusammengesetzte und daher unvollständig schattende Blattbildung, welche hiedurch mächtig zum lichten Ton des tropischen Waldes beiträgt: aber die Bäume dieses Charakters bilden nur einen Bestandtheil, nicht das Ganze, worin vielmehr an Reichtum und Grösse des Laubes Formen mit einfachen Blättern, wie die des Lorbeers, überwiegen. Und eben die Form des immergrünen Laurineenblatts, welche sich in so vielen tropischen Familien wiederholt, entbehrt jener durchscheinenden Textur, welcher die Halbschatten nordischer Laubwälder ihr Licht verdanken. Aber einen anderen, allgemeineren Charakter tropischer Waldbäume hat Kittlitz in der Vertheilung des Laubes angedeutet, der den ersteren zu ergänzen bestimmt scheint. In Klimaten, wo Kälte oder Trockenheit den Holzgewächsen die Ruhe des Winterschlafs gestattet, entwickeln dieselben eine viel grössere Anzahl kleiner Zweige, welche ein zusammenhängenderes, wenn auch im Ganzen weniger dichtes Laubdach als unter den Tropen zu bilden pflegen. Dasselbe beschattet daher auch gleichmässiger den Boden, obgleich es durchscheinender ist, aber nicht so tief, wie im Nadelwalde, dessen gedrängte Nadeln völlig undurchsichtig sind. Auf der anderen Seite ist es offenbar, dass die ununterbrochene Wärme und Feuchtigkeit des äquatorialen Klimas gleich den zuerst gebildeten Aesten eine längere Dauer sichert, von denen in jedem Winter der gemässigten Zone viele zu Grunde gehen oder unentwickelt bleiben und daher in neuen Verzweigungen sich verjüngen müssen, damit die erforderliche Anzahl von Blättern entstehen könne. Jene ersten Aeste wachsen im Tropenwalde, dem Lichte entgegenstrebend und die Saftströmungen an sich ziehend, im excentrischen Sinne beständig fort und lassen daher zwischen ihren gipfelständigen, den an ihrem jüngsten und weichsten Theil

entwickelten Laubkronen mehr oder minder weite Zwischenräume übrig. Unter dieser doppelten Bedingung der Gestaltung und Vertheilung des Laubes wird man in jenem Klima überall »eine gewisse, ganz eigenthümliche Durchbrochenheit« wahrnehmen, welche bei den Palmen nur am einfachsten und bei den Mimosen am meisten ausgebildet erscheint, selbst an Holzgewächsen, die sonst mit diesen Formen am wenigsten zu vergleichen sind und bei denen die freiere Entwicklung der Stammverzweigungen diesen herrschenden Charakter hervorbringt, indem sie das natürliche Gipfelwachsthum der Palme nachahmen und ersetzen. »Grosse Massen« an sich dunklen und undurchsichtigen »Laubes erhalten dadurch ein so leichtes Ansehen, dass sie gleichsam in der Luft zu schwimmen scheinen«: aber auch alle übrigen Gewächse, die Lianen, die Epiphyten, bis auf das kleinste Farnkraut am Boden zeigen ein Streben nach excentrischer Ausbreitung, welches den einzelnen Organen nicht gestattet, auf einander zu lasten, sondern in beständig sich kreuzenden Linien überall Zwischenräume bildet für den Durchgang der Luft und des Lichts«. Hier spricht die Natur den Menschen an, wie in den edelsten Werken mittelalterlicher Baukunst, deren Spitzbögen arabischer Herkunft jene Durchbrochenheit bei riesigen Massen und höchstem Reichthum an Ornamenten von den mit ihren Fiederblättern sich berührenden Palmen entlehnt zu haben scheinen. Eben durch dieses Streben aller Gewächse zu den nach aufwärts reichlicher gespendeten Lichtquellen wird die Unterscheidung der einzelnen Bestandtheile des Tropenwaldes in noch höherem Grade erschwert, als durch die Unzugänglichkeit des Bodens: von den Lianen sind oft nur die blattlosen Axen zu erblicken, die bei ihrem unbegrenzten Längenwachsthum die übrigen Organe in den Laubkronen verbergen, und die Epiphyten sind nur aus der Ferne sichtbar, wenn sie die lichtereren Stellen zu ihrem Stützpunkt aufsuchen.

Als zweite Haupt-Formation in dem Waldgebiete Guianas unterscheidet Richard Schomburgk die Vegetation der Stromufer am Rande des Urwalds, wie sie aus dem nördlichen Brasilien durch Martius und Pöppig allgemein bekannt geworden. Hier überwindet im freieren Raume und auf dem feuchteren Grunde das Unterholz die zurücktretenden Dickstämme, ein Gürtel von Bambusen und breitlaubigen Urticeen der Bombaceenform (*Cecropia*) stellt sich in den Vorder-

grund, weiche Lianen überspinnen die Bäume und Gebüsch wie in einem hochwuchernden Gehäge, an dessen Uferrande schön blühende Aroideen und Scitamineen die reichste Mannigfaltigkeit noch erhöhen.

Das Ufer des Meeres wird in Guiana von Marschalluvionen umsäumt, deren die Bodenkultur sich grösstentheils bemächtigt hat ¹⁰⁾. Diese neuen Landbildungen fahren unter dem Einfluss der Mangrove-waldungen fort, sich zu erweitern, die unter ihre gewöhnlichen Bestandtheile, die Rhizophoren und Avicennien, auch Combretaceen (*Laguncularia*) und Urticeen (*Ficus*) aufnehmen. Die Lebenskraft dieser den Schlamm der Flüsse zurückhaltenden Rhizophoren ist so gross, dass nach Seemann's Beobachtung in Panama ⁴⁾, wo die Fluth 22 Fuss hoch steigt, die Brandung oft über ihre Kronen braust, ohne ihrem Wachstum zu schaden, indem sie durch das Gebäude ihrer Luftwurzeln, wie durch ebenso viele Anker im Meeresboden fest verwahrt sind.

Unter den Baumformen des Urwalds herrschen, wie in anderen Tropenländern, die des Lorbeer und der Tamarinde: nur vereinzelte Stämme verlieren in der trockeneren Jahreszeit ihre Belaubung (einige Erythroxyleen und Bignoniaceen). Unter den übrigen sind in Guiana die Leguminosen und Rubiaceen, sodann die Laurineen und Euphorbiaceen die häufigsten: auch sie beginnen, wiewohl immergrün, mit der Regenzeit neue Blattknospen zu treiben ¹⁰⁾. Die grössten Bäume auf dem Isthmus von Panama erreichen nur eine Höhe von 90 bis 130 Fuss ⁴⁾ und werden daher von der Mora in Guiana überragt. Von den die dikotyledonischen Laubhölzer begleitenden Palmen sind daselbst etwa 60 Arten angeführt: am zahlreichsten sind die kleineren, fiederblättrigen Geonomen und Bactris-Arten, unter den Fächerpalmen sind die Mauritien (*M. flexuosa*) am weitesten verbreitet, welche den feuchten Boden sowohl des Urwaldes als der Savanen bewohnen und auf dem Parime-Gebirge bis zum Niveau von 4000 Fuss ansteigen ¹⁰⁾. Eine gesellige Art dieser Gattung (*M. setigera*) bekleidet einen grossen, aus sumpfigem Erdreich gebildeten Theil der Insel Trinidad ¹¹⁾. Im Delta der Ströme vom Orinoko bis zum Amazonas tritt eine Palme mit ungetheilten Blättern auf (*Manicaria saccifera*), die an Grösse (15 bis 20 Fuss) der afrikanischen Ensete wenig nachstehen. Die Pisangform selbst (*Heliconia*), die überall im Schatten der feuchten Urwälder den Palmen folgt, erreicht unter dem Einfluss der Seewinde, wie in Java, auch

auf der Küstenkette von Venezuela ein ungewöhnlich hohes Niveau : noch oberhalb der Region, wo die Ericaceensträucher herrschen, 6600 Fuss über dem Meere, fand Humboldt ¹²⁾ auf der Silla von Caracas ein fast undurchdringliches Gebüsch von fünfzehnfüssigen Stämmen aus dieser Vegetationsform gebildet. Die Farnbäume und Bambusen sind in Südamerika diesseits des Aequators weit weniger allgemein als die Palmen, deren Mannigfaltigkeit in der Richtung zum Aequator zunimmt. Südwärts vom sechsten Breitengrade sah Humboldt in den Wäldern am Orinoko die Farnbäume verschwinden, die an der nördlichen Abdachung von Venezuela häufig sind, und in der Voraussetzung, dass sie an ein gemässigttes und feuchtes Klima gebunden seien, meinte er ¹²⁾, dass sie nur da zu den Küsten hinabsteigen, wo der Boden sich erhebt und wo sie zugleich in tiefem Schatten geborgen sind. Indessen finden sie sich in Guiana nicht bloss auf den Höhen der Parime-Berge, sondern auch an den Stromufern des Tieflands und im Westen sowohl an der Bai von Choco als auf dem Isthmus von Panama. Nur die Sonnenstrahlen fliehen sie und die Orte, wo der Wasserzufluss zu gering wird, und diese Bedingungen würden ihnen auch am Orinoko zu Gebote stehen. Ebenso wenig ist das Verkommen der Bambusen von gemeinsamen, klimatischen Einflüssen abzuleiten, die überall, wo diese vorhanden sind, ihnen ihr Gedeihen sicherten. An der Küste von Venezuela und an den Ufern des Cassiquiare bilden sie nur vereinzelte Gruppen ¹²⁾ und fehlen in den sumpfigen Niederungen des unteren Orinoko fast gänzlich : an der pacifischen Abdachung der Anden von Neu-Granada und Ecuador sind dagegen weite Abhänge von den Hochthälern bis zur Küste mit dichten Bambusenwäldungen bekleidet, wiewohl sie doch daselbst nur bis 5200 Fuss, also nicht zu solchen Höhen, wie auf dem Himalaja, ansteigen. Unter den übrigen Baumformen fehlt die der Nadelhölzer fast ganz, indem die Familie der Coniferen nur durch eine Gattung (*Podocarpus*) vertreten wird, deren immergrünes Laub bei den meisten Arten sich der Olivenform anschliesst.

Ueberblickt man den inneren Schmuck des Urwalds, so sind die Vegetationsformen dieselben, wie in anderen feuchtwarmen Klimaten des tropischen Amerikas : an Reichthum der Arten ragen unter den Sträuchern und Zwergbäumen der Oleander- und Myrtenform die Rubiaceen, Melastomaceen, Myrtaceen und Euphorbiaceen hervor ;

unter den Lianen die Leguminosen, Sapindaceen, Malpighiaceen, Apocynen, Smilaceen, Convolvulaceen und Passifloreen; unter den Epiphyten die Orchideen, Bromeliaceen, Piperaceen und Farne. Einige durch ihre Organisation merkwürdige Gewächse dieses Florengebiets sind: die der Form der Zwergpalmen sich anreihende Pandanee des Isthmus, aus welcher die Panama-Hüte verfertigt werden (*Carludovica palmota*); die an der Küste von Darien einheimische, nach ihrem Wachsthum mit dem Krummholz vergleichbare Palme¹³⁾, welche das vegetabilische Elfenbein liefert (*Phytelephas*), ein erhärtendes Nahrungsgewebe im Samen, dessen Cohäsion von keinem Erzeugniss des Pflanzenreichs übertroffen wird; die oben erwähnte Hutpalme (*Manicaria*), in deren die Blütenrispe umhüllenden Scheiden die Natur eine konische Kopfbekleidung fertig darbietet; endlich auf den Gebirgen von Venezuela der Kuhbaum (*Galactodendron*), eine Urticee der Lorbeerform, die einen Milchsaft enthält, dessen chemische Bestandtheile mit denen animalischer Milch nahe übereinstimmen.

Die Vegetation der Savanen von Venezuela ist einförmiger gebildet, als in Guiana, sie unterscheidet sich dadurch, dass sie von Baumwuchs oft ganz entblösst ist. Der berühmten Schilderung Humboldt's¹⁴⁾ von diesen ebenen Flächen der Llanos sind folgende Hauptzöge zu entnehmen. Unter die herrschenden Gramineen und Cyperaceen (*Kyllingia*) mischen sich nur hier und da die Stauden, die den Rasen mit Blüten schmücken, vor Allem, wie auf dem Isthmus, die Sensitiven (*Mimosa*), die man daselbst *Dormideras* nennt. Bäume fehlen auf weiten Strecken ganz: nur vereinzelt erheben sich aus der dürren Grasflur eine Proteacee (*Rhopala*), eine Malpighiacee (*Byrsonima*) und Gruppen von Fächerpalmen, von einer 24 Fuss hohen Copernicia (*C. tectorum*), die vor den glühenden Sonnenstrahlen keinen Schutz gewährt. In der trockenen Jahreszeit, wo die Temperatur der sandigen Erdkrume bis auf 40 ° R. steigt, herrscht Ruhe in der ganzen Natur; der jeder Feuchtigkeit beraubte Boden beginnt sich zu spalten, das Pflanzenleben scheint erstorben, wie in einer Wüste: nur an den Flüssen erhält sich das frische Laub der Mauritia-Palme. Mit dem eintretenden Regen aber erwacht die Kraft der Organismen auf's Neue, plötzlich steht die Ebene im lebhaften Frühlingsgrün ihres Grasesrasens. Dem Anbau des Bodens und der

Bewaldung steht hier die Seltenheit der Flüsse und die ebene, von ihnen eingefurchte Oberfläche entgegen, wodurch die künstliche Bewässerung oder die natürliche Ueberstauung der Fläche gehindert wird, sodann die geringe Dicke der Humusschicht, die durch den Laubfall von Holzgewächsen sich nicht erneuern kann. Gesteigert wird die Dürre durch das sandige Erdreich, durch die Sonnenstrahlen, die den schattenlosen Boden erhitzen. Die Gräser erschöpfen ihn an Nahrungsstoff. Endlich richtet Humboldt den Blick auf die Entstehung solcher Steppen, die durch ihre unermessliche Ausdehnung und die geselligen Pflanzen, die sie bedecken, dem Wechsel der Vegetation auch im Laufe der Zeit einen unbezwinglichen Widerstand leisten müssen.

Da diesen Llanos die Niederschläge in der trockenen Jahreszeit durch die vorliegenden Bergketten entzogen werden, so kann der Wald in ihre Grasfluren niemals eindringen. Ein säkularer Wechsel zwischen Baumwuchs und Gräsern ist hingegen im Tieflande von Guiana möglich, wo die Wälder selbst auch dann Niederschläge erzeugen können, wenn die Sonne fern vom Zenith steht. Westlich von Paramaribo sieht man in Surinam Savanen gleich grossen Waldwiesen vom Urwalde umsäumt¹⁵⁾. Im Inneren vom britischen Guiana, wo zusammenhängende Savanen zwischen dem oberen Essequibo und den Verzweigungen des Parime-Gebirgs sich weithin ausdehnen, verdanken sie indessen diesen Höhenzügen ihre trockene Jahreszeit. Von den einförmig ebenen Llanos unterscheiden sich dieselben durch ein hügeliges Relief und werden häufiger von grösseren und kleineren Waldinseln unterbrochen. Sie haben eine einfache Zenithregenzeit, die von Ende April bis Juli oder Anfang August dauert, aber auch in anderen Jahreszeiten durch reichliche Thaubildungen einigermaßen ersetzt werden kann. Auch sind hier die meisten Bäume der Waldung immergrün, die Arten wenig von denen des Urwalds verschieden, nur nicht so hoch und üppig in ihrem Wuchse. Der Wald begleitet die Savanenflüsse oder entsteht da, wo der Boden die Feuchtigkeit zurückhält, und ertheilt demselben einen stärkeren Humusgehalt. In den sumpfigen Niederungen herrscht auch hier die *Mauritia*-Palme.

Anders verhalten sich die Holzgewächse, die mit der dürren Grasflur selbst sich mischen und ihren Winterschlaf theilen. Kleine

Gruppen von Gestrüchern sind entweder durch anmuthige Belaubung oder durch reichen Blüthenschmuck ausgezeichnet¹⁶⁾. Die vereinzelt Bäume der Savanen bleiben krüppelhaft oder tragen eine unschön gekrümmte Verzweigung. Zum Theil sind es weiter verbreitete Arten, wie die Proteaceengattung der Llanos (*Rhopala*), und dieselbe Dilleniacee (*Curatella*), welche die Savanen Centralamerikas bewohnt. Aber auch in diesem Formenkreise, dem sich Myrtaceenbäume zugesellen, erscheint Guiana vor den westlicher gelegenen Landschaften bevorzugt. Es zeigt sich, verglichen mit den Llanos von Venezuela, in diesen Holzgewächsen, wie sehr die durch das Relief bedingte Ungleichheit der Standorte und der Bodenmischung, sowie die stärkere Berieselung durch fließendes Wasser die Mannigfaltigkeit der vegetabilischen Erzeugnisse erhöht.

Die Savane selbst ist in Guiana neben ihrem Graswuchse reich an rauhaarigen Cyperaceen und mit einer Menge von verholzenden Stauden und schön gefärbten Blüthen erfüllt. Im Frühling gleicht sie einem nordischen Wiesenteppich: aus dem zarten Grün, so schildert sie Schomburgk, leuchten die blauen und hellrothen Blüthenfarben von Xyrideen und Gentianeen (*Schultesia*), ganze Strecken einnehmend, wie Blumenbeete hervor, zwischen ihnen die weissen Sterne einer Amaryllis, die Orchideen (*Habenaria*), an den verdorrten Halmen rankende oder aufrechte Leguminosen (Phaseoleen), Malvaceen mit grossen Blüthen und andere Stauden in seltener Ergiebigkeit. In der Mitte des Oktober verliert die drei bis vier Fuss hohe Grasflur ihre grüne Farbe und wird nun mit einem reifen, aber sehr dünn gesäeten Getraidefelde verglichen, wo die Hitze den verdorrten Ueberresten der Vegetation ein gelbes oder fahles Kolorit ertheilt. Mit dem Eintritt der Regenzeit treiben die Knospen rasch wieder auf's Neue, manche Blüthen erscheinen schon vor der Entfaltung der Blätter, andere mit ihnen, und in kurzer Zeit ist das tippige Grün mit seinem sonstigen Farbenschmuck wiederhergestellt.

Für die äussersten Gegensätze der Dürre und Feuchtigkeit bieten, wie in Mexiko, auch in diesem Florengebiet die succulenten Cacteen einen Massstab, die an der Bai von Choco ganz fehlen und an der Küste von Venezuela zuweilen die herrschende Vegetation bilden. Am Meeresstrande von La Guayra¹⁷⁾ besteht dieselbe aus ästigen Cereen und Opuntien, den heissen Felswänden entspriessen

die Melocacten, die Mamillarien suchen beschattete Standorte auf. So verbreiten sich hier die Cacteen, vermischt mit ärmlichem Gesträuch, vom Ufer bis zum Niveau von 2000 Fuss, wo die Waldungen beginnen, deren Wolkenbildung sie von der dünnen Küstenregion unterscheidet.

Regionen. Die Küstenkette von Venezuela steht zwar mit den Anden in Zusammenhang, aber nur in den Umgebungen des Sees oder Golfs von Maracaibo erhebt sie sich in zwei abgesonderten Gebirgsknoten über die Baum- und Schneegrenze, bei Santa Marta (11° N. B.) und bei Merida (8° N. B.). Unabhängig von der geographischen Breite finden wir hier die Schneelinie im Niveau von 14000 Fuss, also in derselben Höhe, wie in Mexiko. Die Waldgrenze hingegen soll in der Sierra Nevada von Merida schon bei 8300 Fuss erreicht werden¹³⁾. Die Silla von Caracas und das Parimegebirge von Guiana überragen die Höhen, die der Bewaldung zugänglich sind, nicht. Aber ein grosser Theil der Berge in Guiana ist kahl und mit Grasmatten nebst beigemischten niedrigen Gestrüchen bedeckt¹⁰⁾. Die Anordnung der Regionen in diesem Theil Südamerikas hat daher eine grössere Aehnlichkeit mit Abessinien, als mit Mexiko. Da es in Guiana an der dem Baumwuchse entsprechenden Feuchtigkeit nicht fehlt, so scheint der Wald in den höheren Lagen nur deshalb zurückzutreten, weil die dortigen Vegetationscentren Baumarten eines gemässigt warmen Klimas nicht erzeugt haben, weil die Eichen und Coniferen Mexikos nicht vorhanden sind.

Noch weniger bewaldet ist die Silla von Caracas, schon hier fehlen die Eichen, welche doch den Anden von Neu-Granada nicht fremd sind. Die Baumlosigkeit der beiden Gipfel schreibt Humboldt¹²⁾ der Dürre des Bodens, den heftigen Seewinden und der Zerstörung von Wäldern zu, welche durch Grasmatten verdrängt wurden. Indessen finden sich eben hier, in geschützten Gründen, vielleicht wo das Quellwasser zu Tage tritt, Gehölze einer Palme (bei 5700 Fuss) und einer Heliconia (bei 6600 Fuss s. o.) an ungewöhnlich hoch gelegenen Standpunkten. Wie viel leichter würden daher dikotyledonische Laubbäume auf diesen und noch weit grösseren Höhen gedeihen können. Wie aber in entwaldeten Gebirgen so häufig die Formen der höheren Regionen tiefer herabsteigen, als da, wo der Baumwuchs ihrer Ausbreitung eine Schranke setzt, so treten

auch hier die Ericéensträucher bereits in einem Niveau auf, wo die Lufttemperatur noch 14° R. und mehr beträgt¹⁹⁾. In einer Meereshöhe von 6000 Fuss bilden sie bereits eine selbständige Formation, welche die Spanier nach dem vorherrschenden Strauche (*Gaultheria odorata*) Pejual benannt haben¹²⁾. Man muss jedoch zwischen diesen subalpinen und solchen Ericéen unterscheiden, die einer kühleren Temperatur gar nicht bedürfen: denn in Trinidad und auch in Cuba giebt es Arten²⁰⁾, welche der heissen Region selbst angehören.

Der Einfluss der Meereshöhe auf die Bäume zeigt sich in Guiana¹⁰⁾ in ähnlicher Weise, wie in anderen Floren des tropischen Südamerikas. An die Anden erinnert das Auftreten der Cinchoneen, die durch eine den Cinchonon verwandte Gattung (*Buena s. Cascarilla*) auf den Roraima-Bergen (bei 6000 Fuss) vertreten sind, an die Savanen des brasilianischen Tafellandes die Form der Liliaceenbäume (eine endemische *Barbacenia* bei 4000 Fuss), und auch hier sind die Farnbäume häufiger, als in der Ebene. Noch enger, als Guiana, ist, ihrer Lage entsprechend, die Küstenkette von Venezuela durch systematische Analogieen mit den Anden verbunden, wie es theils aus den Ericéen, theils daraus hervorgeht, dass die ächten Cinchonon vom Magdalenenflusse bis zum Meridian von Caracas sich verbreiten²¹⁾. Die Vertheilung der Farnbäume daselbst verhält sich ähnlich, wie in Jamaika, sie gedeihen besonders in den Höhen von 3000 bis 5000 Fuss²²⁾.

Vegetationscentren. Wir haben gesehen, wie viel enger die Flora der westindischen Inseln mit Südamerika, als mit Mexiko verknüpft ist. Nehmen wir an, dass Guiana und Westindien etwa in gleichem Verhältniss untersucht worden sind, so ergiebt sich, dass ausser den über einen grossen Theil des tropischen Amerikas verbreiteten Arten beiden Florengebieten noch etwa vierzehn Procent²³⁾ gemeinsam sind, von denen mehr als die Hälfte nordwärts bis Cuba nachgewiesen wurde. Hiebei sind die der Küste von Venezuela nahe liegenden Inseln als Glieder der Festlandsflora selbst betrachtet und von der Vergleichung ausgeschlossen. Trinidad²⁴⁾ liegt den Ausflüssen des Orinoko so unmittelbar gegenüber, dass schon deshalb die Vegetation dieser Insel mit der des Festlands in einem weit höheren Grade, als mit den Antillen übereinstimmen muss. Dazu kommt die grössere Feuchtigkeit des Klimas, wodurch viele Pflanzen

der zunächst gelegenen kleinen Antillen von dieser Insel ausgeschlossen werden. Die eingewanderten Pflanzen Trinidads, welche in Westindien nicht gefunden werden, stammen grösstentheils aus Guiana und Venezuela, eine andere Reihe ist brasilianisch, und alle diese Gewächse erreichen hier entweder ihre Nordgrenze oder sind, der Küste des Kontinents folgend, bis zum Isthmus von Panama verbreitet. Man erkennt sogleich, dass diese Wanderungen genau der grossen atlantischen Strömung entsprechen, welche bei Kap Roques die brasilianische Küste zu bespülen anfängt, als Guiana-Strom Trinidad erreicht und sich im karibischen Meere längs des Kontinents bis zum Isthmus fortsetzt.

Mit der äquatorialen Flora Brasiliens stehen die Wälder Guianas und des südlichen Venezuelas in ununterbrochenem Zusammenhang, hier kann der Uebergang beider Floren nur allmählig eintreten. Schon Humboldt²⁵⁾ erkannte, als er auf der Stromverbindung zwischen dem Orinoko und dem Amazonas nach Süden bis in die Nähe des Aequators gelangte, dass der Charakter der Flora sich ändere, und er erwähnt namentlich, dass am Casiquiare (1° N. B.) die Lorbeerform ausser durch Laurineen auch durch Guttiferen und Sapoteen stärker vertreten werde. Er sah den Baumwuchs immer dichter und undurchdringlicher werden: diese erhöhte Ueppigkeit des Waldes stehe mit der Vertheilung und steigenden Menge der Niederschläge in Verbindung. Sobald er über den dritten Parallelkreis nördlicher Breite hinaus in das Aequatoralklima eingetreten war, hatte er nur selten Gelegenheit, die Sonne oder Sterne zu beobachten: der Himmel sei beständig bedeckt, es regne fast das ganze Jahr. Diesem klimatischen Wechsel muss auch ein Wechsel in den Bestandtheilen des Waldes entsprechen, aber bis jetzt fehlt es noch an hinreichenden Anhaltspunkten, dieselben näher vergleichen und im Einzelnen angeben zu können, welche Gewächse ihn ertragen und welche in der einen oder anderen Richtung zurückbleiben. In dem ganzen tropischen Südamerika diesseits der Anden, in Venezuela und Guiana, ebenso wie im grössten Theile Brasiliens folgen die Urwälder den Küsten und Flusslinien, während der innere Raum der Wasserscheiden durch weite Savanen bezeichnet ist. Der Austausch der Savanenpflanzen ist daher von einem Gebiete zum anderen überall durch die Waldstrecken gehemmt und kann fast nur durch atmo-

sphärische Strömungen oder durch Vögel, die sich von ihren Früchten ernähren, unterhalten werden. Zu den häufigsten, von Mexiko und Cuba bis Brasilien reichenden Bäumen der Savanengehölze gehört eine Verbenacee mit Steinfrüchten (*Duranta*), deren Samen durch Tauben sich verbreiten, indem sie keimen, nachdem sie unbeschädigt durch ihren Darmkanal gegangen sind und also durch ihre Exkremente gleichsam gedüngt werden²⁶). Bei solchen Beschränkungen ist es begreiflich, dass in den brasilianischen Savanen jenseits des Amazonas, wo die äusseren Lebensbedingungen dieselben sind, wie in Guiana, so viele Gewächse des diesseitigen Gebiets sich nicht wiederfinden. Das grösste unter allen diesen mechanischen Hindernissen der Wanderung ist eben der breite Urwaldsgürtel, der die Aequatoriallandschaften Brasiliens erfüllt und den Stromlauf des Amazonas in ganz anderem Umfange als seine Nebenflüsse umspannt. Nicht allein für die Savanenpflanzen, sondern auch für die Erzeugnisse der feuchten Wälder selbst bietet derselbe eine Schranke. Denn dieser Urwald enthält eine grosse Anzahl endemischer Bestandtheile, welche, durch Niederschläge in allen Monaten des Jahrs und durch die Ueberschwemmungen des Stroms befeuchtet, eine vegetative Kraft besitzen, die nirgends in Amerika ihres Gleichen hat, so dass das weithin zusammenhängende Dickicht den meisten Gewächsen der seitlich anliegenden Gebiete undurchdringlich und unüberschreitbar gegenübersteht²⁵).

Die Flora der Anden von Neu-Granada ist von Venezuela nur durch die Hebung des Bodens abgesondert, aber auch die mit tropischen Wäldern erfüllten Thäler des Magdalenastroms und seiner Nebenflüsse werden durch die östliche Kordillere von dem Gebiete des Orinoko getrennt. Die Verkettung der Gebirgslinien lässt hier eine Erscheinung unerklärt, die auf der Silla von Caracas Humboldt's Aufmerksamkeit auf sich zog²⁷). Die alpine Vegetation fand er hier mit der auf den hohen Kordilleren von Bogota nicht bloss aus analogen, sondern zum Theil aus gleichen Arten zusammengesetzt. Es blieb ihm dunkel, wie dieselben Ericaceen (*Gaultheria odorata* u. *Gaylussacia buxifolia*) zwei Hochgebirge zugleich bewohnen, die 70 Stunden weit durch niedrige Bergzüge getrennt sind, auf denen sie nirgends eine so kühle Temperatur finden, dass sie daselbst gedeihen könnten. So wurde von ihm unter den Tropen Amerikas

jenes Problem zum ersten Mal anerkannt, welches uns in Europa so vielfach begegnete und das, so lange man bei der Einheit der Vegetationscentren stehen bleibt und in der Gegenwart fortwirkende Kräfte, es zu erklären, aufsucht, nur in den atmosphärischen Verbindungsbahnen seine Lösung findet.

Das Verzeichniss der aus dem britischen Guiana bis zum J. 1848 bekannt gewordenen Pflanzen, welches Richard Schomburgk entworfen hat und worin beinahe 3500 Gefäßpflanzen aufgezählt werden, ist die einzige zu Vergleichen über die Systematik der Flora brauchbare Zusammenstellung²⁸⁾. Der Raum, auf welchen sie sich bezieht, ist nur auf etwa den siebenten Theil des ganzen Florengiebts zu schätzen²⁹⁾, aber die übrigen Länder sind weit weniger genau, als Guiana, erforscht worden. Dass indessen auch hier der Reichthum an endemischen Pflanzen des Kontinents bei Weitem grösser sei, als in Westindien, geht aus den bereits vorliegenden Thatsachen hervor. Die Zahl endemischer Gattungen ist indessen weit geringer, als in Mexiko, und wird selbst von den den Antillen eigenthümlichen übertroffen, worin ein Ausdruck der kontinentalen Verbindungen mit Brasilien und den Anden zu erkennen ist. Die eigenthümlichen Gattungen, von denen ich 70 zähle, vertheilen sich unter 28 Familien: darunter sind am stärksten die Orchideen, Rubiaceen, Malpighiaceen, Leguminosen und Urticeen vertreten³⁰⁾. Die Reihe der in Guiana nach ihrer Artenzahl vorherrschenden Familien ist der von Westindien ähnlich: sie unterscheidet sich durch die vermehrte Anzahl der Leguminosen, Malpighiaceen und Apocynen, sowie durch die erhebliche Abnahme der Synanthereen³¹⁾.

XVIII.

Hylaea, Gebiet des äquatorialen Brasiliens.

Klima. Der Amazonenstrom ist, als der grösste Fluss der Erde ¹⁾, bestimmt, die Einflüsse zum höchsten Masse zu steigern, welche das fließend bewegte Wasser in einem äquatorialen Klima auf die Vegetation ausüben kann. Während wir in unserer gemässigten Zone die Flussthäler von Wiesengründen begleitet sehen, rücken unter den Tropen die Wälder bis an den Wasserspiegel und verdrängen jeden unbeschatteten Pflanzenwuchs. Von holzigen Ufergewächsen ist nur die Weidenform allen Breitengraden gemeinsam: auch an den Strömen Südamerikas wird sie gelegentlich angetroffen ²⁾. Bei den Wiesengräsern theilt sich die jährliche Arbeit in die Erneuerung der Blätter und in die Aufspeicherung der Nahrungstoffe in unterirdischen Organen, ihr Haushalt gleicht dem der tropischen Savanen darin, dass ihre Vegetation eine periodische Unterbrechung des Wachstums erfordert, weil ihre schwachen Halme nur eine geringe Grösse erreichen können und dann, nachdem sie die Samen gereift haben, absterben. Die Gleichmässigkeit der tropischen Wärme gestattet dagegen eine unausgesetzte Entwicklung, vorausgesetzt, dass der Zufluss der Feuchtigkeit zu den Wurzeln nicht unterbrochen wird, mag dieser nun aus stetig wiederholten Niederschlägen oder aus fließendem Wasser herrühren. Unter solchen Bedingungen kann nichts der Ausbreitung der Bäume widerstehen, deren vegetative Kraft am grössten und deren Wachstum seiner Dauer nach unbeschränkt ist. Mit der Grösse des Flusses steht der Umfang der Wälder am Amazonas im Verhältniss und eben wegen ihrer weiten Ausdehnung hat Humboldt ihrem Gebiete den

Namen *Hylaea* gegeben. Hier vertheilen sich die Phasen der Entwicklung, wie sie durch die Blüthezeit der einzelnen Gewächse in die Erscheinung treten, über das ganze Jahr. Die einzelnen Arten verhalten sich aber in dieser Beziehung ungleich, und einem Botaniker, bemerkt Spruce³⁾, »der nur einen einzigen Monat des Jahrs unbeschäftigt wäre, würden dadurch jedesmal einige Bäume entgehen«. Eine Periodicität des Pflanzenlebens ist also doch auch hier vorhanden und, um sie zu erklären, sind mehrere Fragen zu unterscheiden oder in ihrem Zusammenhange zu untersuchen. Sind diese ungleichen Wachstumsphasen nur in der Organisation begründet oder auch hier von einem Wechsel der Jahrszeiten, also des Klimas begleitet? oder ist es nur der nach periodischen Regenfällen steigende und sinkende Stand des Stromspiegels und die davon abhängige Vertheilung des Grundwassers, worauf die geordnete Reihenfolge der Bildungen beruht?

Ogleich man auch in den Wäldern des Amazonas besondere Regenperioden unterscheidet, so werden doch fast nirgends die Niederschläge in dem Grade unterbrochen, dass das Wachstum der Pflanzen dadurch vollständig gehemmt werden könnte. Aber die einzelnen Abschnitte des Stromlaufs verhalten sich klimatisch doch sehr ungleich, die Mündung des Rio Negro ist ein Wendepunkt, und je mehr man sich, den Fluss aufwärtsfahrend, den peruanischen Anden nähert⁴⁾, desto feuchter wird die Luft. Da der ganze Thalweg in einem weiten Tieflande liegt⁵⁾ und die Nähe des Aequators (0° — 5° S. B.) nicht verlässt, so sind diese Unterschiede zwischen dem Osten und Westen in der Dauer sowohl als in der Intensität der Niederschläge ein Problem, welches zu einer näheren Untersuchung auffordert. Unter besonderen Bedingungen wiederholt sich hier im Inneren des Festlandes eine ähnliche Erweiterung der Regenperioden, wie in Sudan. Der äquatoriale Kalmengürtel des Meers, der eine gewisse Gleichmässigkeit der Erwärmung voraussetzt, lässt sich auf den Kontinenten nur da nachweisen, wo ein hinlänglicher Spielraum zu ununterbrochen aufsteigenden Luftströmungen gegeben ist: denn durch Aenderungen der Temperatur, auch wenn sie nicht erheblich sind, werden dieselben zu periodischen Erscheinungen. Im Inneren des Festlandes entstehen auf wagerechten Grundflächen von grosser Ausdehnung Wärmecentren gleich den

Kalmen des Meers, welche aber hier nach allen Seiten aspirirend wirken, nicht bloss nach Norden und Süden, sondern auch in der Richtung zu den Küsten, wo die Erwärmung durch die Sonne abnimmt. Ein solcher Raum erstreckt sich im äquatorialen Südamerika vom Fusse der Anden bis zum Rio Negro, und hier werden in der That nur unregelmässig wechselnde Luftströmungen und häufige Windstillen beobachtet⁶⁾, wie in dem Kalmengürtel des Meers. In diesem Abschnitte des Stromlaufs, wo derselbe den Namen Solimoes führt, ist der Wald am ausgedehntesten und undurchdringlichsten, von Savanen nirgends unterbrochen, das ganze Jahr hindurch fallen die Niederschläge, der menschliche Organismus wird durch die Wärme und Feuchtigkeit der Luft berührt, als befände er sich in einem beständigen Dampfbade. Hier liegen die höchsten Isothermen (20° R.) in der Nähe des Aequators, die ostwärts zu den offenen Campos Brasiliens in südlichere Breiten übergehen⁷⁾. Diesem inneren Wärmecentrum ist es zuzuschreiben, dass am unteren Amazonas ein immerwährender Ostwind herrscht³⁾, welcher den Wasserdampf des atlantischen Meers beständig erneuert und dem Festlande zuführt. Dem unteren Abschnitt des Stroms vom Rio Negro bis zur Mündung fehlt daher die Erscheinung des Kalmengürtels ganz, vielmehr vereinigen sich hier die nördlichen und südlichen Passate zu einer mittleren, genau östlichen Windesrichtung⁶⁾ und verbreiten die verhältnissmässige Kühle des Meers in das Innere, indem sie zugleich dem Klima des Hauptthalwegs eine seltene Salubrität verbürgen. Je stärker dieser Ostwind weht, desto mehr verschwinden die Wolken: hier also sind trockene Jahreszeiten möglich, hier können Savanen sich von den Wäldern ausscheiden, wiewohl sie doch nur selten von bedeutendem Umfange sind. Denn freilich ist ja dieser herrschende Passat ebenso wenig, wie in Guiana, ein trockener Wind. Mit Wasserdampf beladen, verliert er unter dem Einfluss der Wälder schon hier einen Theil seiner Feuchtigkeit. Auch müssen sich diese Niederschläge in demselben Masse vermehren, als die Stärke des Passats nachlässt, wenn in der wärmeren Jahreszeit oder in den wärmsten Stunden des Tags auch hier Wärmecentren mit aufsteigenden Luftströmungen wirksam werden.

Nach diesem Ueberblick über die beiden Hauptklimate des Thalwegs sind die Beobachtungen über die Jahreszeiten selbst zu

erläutern. Im oberen Stromthale unterscheidet man⁶⁾, wiewohl auch die trockeneren Monate niemals der Niederschläge entbehren, doch zwei feuchtere Perioden, die zu den Zenithständen der Sonne in Beziehung stehen. Die Hauptregenzeit dauert daselbst von Ende Februar bis Mitte Juni, die schwächere von Mitte Oktober bis Anfang Januar: die erstere bewirkt das Ansteigen des Flusses zu seinem höchsten Wasserstande, während der letztern findet eine Anschwellung statt, die um das Dreifache geringer ist (15 Fuss). Am untern Amazonas kennt man nur eine Regenzeit, aber die Niederschläge sind hier weniger regelmässig vertheilt. In Para, an der Mündung also, wo der Unterschied der Jahreszeiten nur unbedeutend ist, rechnet man auf die nasse Periode die Monate Januar bis Juni, auf die trockenere Juli bis December. Zu Santarem, etwa in der Mitte des untern Stromlaufs, beginnt die Regenperiode Anfang Februar und ist vom April bis Juni am stärksten ausgebildet: vom August bis zum Februar verstärkt sich die Heftigkeit der Ostwinde, dann herrscht fast vollkommene Dürre, Wochen lang bleibt der Himmel heiter und unter diesen Bedingungen scheiden sich hier Savanen von den Wäldern aus. Fassen wir diese Beobachtungen zusammen, die während eines vieljährigen Aufenthalts an den einzelnen Stationen von Bates gesammelt wurden, so ergibt sich, dass, da die beiden Zenithstände der Sonne zu Ende März und September eintreten, die Niederschläge dem ersten derselben, der Frühlingsnachtgleiche, wie im Inneren von Afrika, überall um ein oder zwei Monate vorausgehen, dass hingegen der herbstliche Stand der Sonne von weit geringerem und im untern Stromthale von gar keinem Einflusse auf die Häufigkeit des Regens begleitet ist. Aus dem ersteren Verhältniss kann man schliessen, dass der aufsteigende Luftstrom, der in diesen Tiefebenen die einzige Ursache verstärkter Wolkenbildungen ist, früher zu Stande kommt, als die Sonne in den Zenith einrückt, weil das Stromthal zu dieser Zeit stärker erhitzt wird, als die höher gelegenen Landschaften Brasiliens und Venezuelas. In der verhältnissmässigen Wirkungslosigkeit der herbstlichen Nachtgleichen aber erkennen wir die eigenthümliche Stellung des südamerikanischen Festlands, wo die zum Wendekreise des Steinbocks wandernde Sonne durch die Erhitzung der brasilianischen Campos den Passat der nördlichen Hemisphäre über den Aequator hinübertreibt und diese Verschiebung

schon herbeiführen kann, noch ehe sie in die Südhemisphäre selbst eingetreten ist. Diese Wirkungen äussern sich in der geschwächten Regenzeit des oberen Stromlaufs, wodurch sich die zweite Hälfte des Jahrs von der ersten unterscheidet. Die Wanderung der Sonne nach Norden kann nämlich den südhemisphärischen Passat nicht in gleicher Weise über das äquatoriale Stromthal herüberziehen, da hier durch das karabische und atlantische Meer das Ausweichen verhindert wird und das Aspirationscentrum auch während dieser Jahrszeit auf dem Festlande beharrend sich behauptet. Nur insofern ist dessen Lage auch hier von Bedeutung, als, wenn es auf die Llanos von Venezuela übergeht und deren Regenperiode hervorruft, am oberen Amazonas die Niederschläge nachlassen. Im Juli und August fällt zu Barra an der Mündung des Rio Negro fast gar kein Regen ⁶⁾, und einen südhemisphärischen Passat möchte man auch in dem kühlen Südwinde erkennen, der im Mai zu Ega bemerkt wird ⁶⁾.

So grossen Verschiedenheiten in der Vertheilung der Jahrszeiten gegenüber, wie sie zwischen dem obern und untern Amazonas bestehen, ist doch der Charakter der Vegetation vom Fuss der Anden in Mainas bis zur Mündung in hohem Grade übereinstimmend. Ueberall wird der Strom von den weithin ausgedehnten Wäldern begleitet, deren Entwicklung niemals einen Stillstand erleidet. Dies ist doch nur daraus zu erklären, dass auch im Wechsel der Windrichtungen die trockeneren Perioden hinlängliche Niederschläge empfangen, um die Vegetation ununterbrochen frisch zu erhalten. Dass der Wald sie sich, wie in Guiana, zum Theil selbst bereitet, geht daraus hervor, dass am unteren Stromlauf ebenso wenig, wie dort, die Savanen und mit ihnen regenlose Jahrszeiten nicht ganz ausgeschlossen sind. Savanen bedecken die ganze Osthälfte der Insel Marajo ⁸⁾, der grössten unter denen des Amazonendeltas, und sie unterbrechen zuweilen den Wald bis zum Einfluss des Rio Negro, also gerade so weit, wie der Passat seine Kraft behauptet. Sie entsprechen einem sandigen Geröllboden ⁹⁾ oder einer erhöhten Uferlandschaft. Bei Santarem sind sie besonders ausgedehnt. Wo die atmosphärischen Bewegungen allein die Periode der Niederschläge bestimmen, ist auch hier die trockene Jahrszeit fast ebenso regenlos, wie in Guiana: wo hingegen der Wald einmal besteht, fehlt es niemals an der erforderlichen Benetzung desselben. Nur auf diese

Weise ist der Unterschied der Beobachtungen in Santarem von denen zu Para erklärlich, wo die Umgebungen bewaldet sind. Die Luft der Wälder ist feuchter, als in den Savanen, weil dort der Niederschlag vom Boden langsamer abdunstet, als hier ⁸⁾. Die Bedingungen, von denen die räumliche Vertheilung der beiden Formationen abhängt, liegt demnach auch hier in ihnen selbst, ein säkularer Wechsel derselben erscheint möglich. Allein in demselben Masse, wie der Amazonas die Ströme Guianas an Wassermasse übertrifft, ist auch der Wald in seiner seitlichen Ausdehnung erweitert. Wenn derselbe einerseits die Verdichtung des Wasserdampfs befördert und sich dadurch in seinem Bestande schützt, so verdankt er seine Entstehung und Ausbreitung zugleich dem Flusse, der den Boden mit seinem Grundwasser tränkt und durch seine Anschwellungen überfluthet.

Diese Anschwellungen sind ein Massstab für die Intensität der Niederschläge in den Regenperioden des Stromthals, aber sie hängen auch zugleich von denen der Nachbargebiete ab, aus deren weiten Fernen die Nebenflüsse ihre Wassermassen herbeiführen. Der höchste Stand wird zur Zeit des Sommersolstitiums [21. Juni ⁹⁾] erreicht; der Unterschied beträgt, mit dem niedrigsten Wasserstande verglichen, im Hauptstrome 40, oft 50 Fuss, und, da die Uferlandschaft fast überall völlig flach ist, wird der Wald zu beiden Seiten jedes Jahr 4 bis 5 g. Meilen weit von den steigenden Gewässern überfluthet. So weit reicht die Formation des Igapo, worunter man diejenigen Wälder begreift, deren Baumstämme Monate lang, 10 bis 40 Fuss tief, zum Theil bis zu den Kronen unter Wasser stehen. Der thonreiche Alluvialboden des Ufers wird zuweilen auch durch die wachsende Kraft der Strömung zerstört: neben dem Thalwege entstehen Kanäle, Lagunen, der Igapo löst sich zu Inseln auf, und, indem der Boden unterwaschen einsinkt, stürzen die Hochstämme einer nach dem anderen mit gewaltigem Schall in das Wasser und setzen den Strom, den sie mit Treibholz füllen, weithin in brandenden Wogenschwall.

Mit dem Steigen und Sinken des Flusses ändern sich hier beständig die Bedingungen der vegetativen Entwicklung. Hieraus und aus der periodisch wechselnden Intensität der Niederschläge erklären sich die Ungleichheiten in dem jährlichen Kreislauf der

Bildungen bei den verschiedenen Gewächsen, je nachdem ihre Organisation eines grösseren oder geringeren Wasserzufflusses bedarf. Zu der ununterbrochenen Dauer des Wachstums genügt es, dass der Boden niemals austrocknet, und dies leistet der Wald durch sich selbst: die Phasen seiner Vegetation aber werden von der Periodicität des Klimas und des Wasserstandes beeinflusst. Bei den Bäumen des Igapo zu Santarem beginnt nach Spruce³⁾ die Hauptperiode des Blühens und die Entfaltung neuer Blätter im Juli und dauert bis Ende September, sie fällt mit dem Sinken der Gewässer zusammen. Allein wie verschieden sich die Formationen oder die einzelnen Gewächse verhalten, scheint aus Martius'¹⁰⁾ Beobachtungen zu Para hervorzugehen, nach denen die Mehrzahl der Blüten-dasselbst in den Monaten November bis März erscheinen und die Früchte vom Juni bis zum September reifen sollen. Indessen werden gerade von den Hauptprodukten der Wälder die Para-Nüsse (*Bertholletia excelsa*) und die Kakao-Bohnen (*Theobroma Cacao*) im März und April geerntet⁶⁾. Manche Pflanzen blühen auch mehrmals im Jahre, oder dies ist nur im oberen, nicht im unteren Theile des Stromthals der Fall. Die zuweilen ausgesprochene Meinung, dass auch Holzringedikotyledonischer Bäume sich in diesem Klima während desselben Jahrs wiederholt entwickeln könnten, scheint auf keiner einzigen, sicheren Beobachtung zu beruhen. Tief in der Natur der Pflanzen ist es unstreitig begründet, dass ihre Entwicklungen stets und auch da, wo die äusseren Einflüsse nur wenig dazu mitwirken, an periodische und in einem Jahrgange abgeschlossene Phasen geknüpft sind.

Vergleicht man nun unter einem allgemeineren Gesichtspunkte die klimatischen und hydrographischen Verhältnisse des Amazonas mit denen im Tieflande Guianas, so unterscheiden sie sich, ohne wesentlich davon abzuweichen, fast nur durch die erhöhte Grossartigkeit aller Erscheinungen. Allein gerade dadurch werden sie hier zu einer viel mächtigeren Schranke für die Wanderungen der Pflanzen. Solchen Ueberstauungen des Waldes, wie sie alljährlich der Igapo erfährt, sind nur gewisse Organisationen gewachsen, wenn auch die meisten Pflanzenformen ohne Schaden eine kurze Zeit dabei bestehen könnten. Nicht bloss der Zusammenhang der äquatorialen Wälder von den Anden bis zum atlantischen Meere trennt die diesseitige von der jenseitigen Flora, sondern auch die Fluthen eines

Stroms, der, wie das Meer von seinen Mangroven, von Bäumen umsäumt wird, deren Organisation einer periodischen, aber lange Zeit anhaltenden Berührung mit ihnen entsprechen muss.

Vegetations - Formen und Formationen. Am unteren Amazonas erstreckt sich der äquatoriale Urwald vom Fuss der Parime-Berge durchschnittlich etwa sechs Breitengrade nach Süden [0° — 5° S. B. ¹¹⁾]. Wo aber im Inneren durch die Stromverbindungen mit dem Orinoko, sowie durch den Madeira und die übrigen brasilianischen Nebenflüsse das fließende Wasser über grössere Räume sich ausbreitet, wächst auch der Umfang der ununterbrochenen Wälder bedeutend (6° N. B. — 7° S. B.). Martius hat indessen auch hier das Florengebiet der Hylaea nach Norden auf den Rio Negro (bis etwa 1° N. B.) eingeschränkt und den Casiquiare und oberen Orinoko als zu Venezuela gehörig ausgeschlossen. Für diese Ansicht lassen sich allerdings die klimatischen Beobachtungen Humboldt's anführen, welche schon früher mitgeteilt wurden ¹²⁾. Wenn man aber seine Schilderung des Vegetationscharakters von Atures am oberen Orinoko (6° N. B.) zu Grunde legt ¹³⁾, so kommt man vielmehr zu der Vorstellung, dass diese Wälder mit der zunehmenden Feuchtigkeit des Klimas ihre Physiognomie allmählig verändern, wie dies auch an der Küste von Guiana bis zum Delta des Amazonas der Fall ist. Am oberen Orinoko gehören die vorherrschenden Bäume zur Mimoseen- und Lorbeerform (Mimoseen, Laurineen und Feigenbäume); zwischen ihnen erscheinen Gruppen von Palmen, von Bambusen und Musaceen (*Heliconia*); die Stämme sind mit epiphytischen Orchideen, Piperaceen und Aroideen bekleidet, durch die Blüten ihrer Lianen, der Malpighiaceen und Bignoniaceen geschmückt: ein einzelner Baum trägt bis zu den Moosen herab mehr verschiedene Pflanzenformen, als in der gemässigten Zone auf einem grossen Raume zerstreut wachsen. Unter allen Bildungen der Vegetation aber stehen die hochstämmigen Palmen als diejenigen voran, deren Schönheit den mächtigsten Eindruck mache. Dies ist die Schilderung Humboldt's, die in ihren Hauptzügen so durchaus mit dem übereinstimmt, was in einem allgemeinen Ueberblick von den äquatorialen Wäldern Amerikas überhaupt zu sagen ist, dass der Versuch, die Floren des Orinoko und Amazonas nach bestimmten Parallelkreisen scheiden zu wollen, wenigstens bis jetzt keinen Erfolg verspricht

und nur aus klimatischen Gründen und der geographischen Uebersichtlichkeit wegen festgehalten werden kann.

Weit erheblicher und charakteristischer sind innerhalb des Gebiets der Hylaea, wie es von Martius aufgefasst wurde, die Unterschiede der verschiedenen Waldformationen, deren Anordnung von dem Verhältniss zum Strome und von der Beschaffenheit des Bodens bestimmt wird. Hier ist es die Aufgabe, den Igapo im Ueberschwemmungsraume des Amazonas mit den Wäldern des wasserfreien Bodens zu vergleichen. Die Laubhölzer, die drei bis vier Monate unter Wasser stehen ⁹⁾, erreichen keine ansehnliche Hochwaldsgrösse und werden von den Palmen überragt ¹⁴⁾, die hier, dem Feuchtigkeitsbedürfniss dieser Form entsprechend, am häufigsten und nirgends auf der Erde mannigfaltiger zusammenwachsend anzutreffen sind. In dem Wechsel hohen und niedrigen Wachstums, starker Säulen- oder schlanker Rohrstämme, in der Grösse, Theilung und besonders in der Anordnung des Laubes ¹⁵⁾ erscheint jede Art wie eine besondere Architektur von eigenthümlicher Schönheit. Aber mit den Palmen ist der Reiz dieser Wälder auch beinahe erschöpft. Die Baumstämme, an denen Schlammtheile haften bleiben, bieten einen unerfreulichen Anblick, da der reiche Schmuck der Epiphyten ihnen abgeht und die Fülle der Schlinggewächse zurücttritt. Denn hier können die holzigen Lianen nicht leicht bestehen und werden, wenn das Wasser gefallen ist, durch die weichen Convolvulusformen ersetzt, die nun Zeit haben, emporzuranken. Auch das Holz der Bäume ist von geringer Festigkeit, wie es auch sonst in Uferwaldungen gewöhnlich ist, wo die Wassercirculation durch das Gewebe rascher von statten geht. Farbige Blüten bemerkt man nur selten, durch die dichte Belaubung der Baumkronen tritt hier zumal jene Frondsität des Pflanzenwuchses hervor, in welcher Humboldt ¹⁶⁾ den eigenthümlichen Charakter des tropischen Amerikas erblickte. Ein lebhaftes, in seinen Abstufungen wechselndes Grün schliesst in diesen Wäldern andere Farben fast überall aus, weil die Epiphyten, die atmosphärischen Orchideen so selten sind und weil die grosse Mehrzahl der Bäume unansehnliche, weissliche oder grünliche Blüten trägt ⁷⁾, auch die Entfaltung der Blumen rasch vorübergeht. Es wird sogar angeführt ⁸⁾, dass hier die Bienen nicht so sehr den Zucker in diesen aufsuchen, als in den Ausscheidungen der Vegetations-

organe. Auch das Innere des Waldes entbehrt der reicheren Mischung von Formen, und oft ist der Boden, nachdem er abgetrocknet, nur von harten Gräsern oder von einem Lycopodientteppich (*Selaginella*) bewachsen und übrigens von Pflanzenwuchs fast entblösst. Die sumpfig bleibenden Waldstrecken sind es allein, wo eine tüppige Vegetation von grossblättrigen Monokotyledonen die Palmen begleitet: an solchen Standorten gedeihen die Scitamineen und ein gesellig wachsender Vertreter der Pisangform, dessen 8 Fuss lange Blätter von einem mannshohen Stamm ausgehen (*Urania amazonica*).

Dem Igapo steht ausserhalb des Bereichs der Gewässer der Ete- oder Guaçu-Wald¹⁴⁾ gegenüber, in dessen Physiognomie das feuchtwarmer Aequatorialklima seinen Ausdruck findet. Hier herrscht die Lorbeerform über alle anderen Baumformen, auch die höheren Kronen gehören ihr an, von denen selbst die grössten Palmen beschattet werden und die »wie die Kuppeln und Dome das übrige Gemäuer einer Stadt« das gemeinsame Laubdach überragen. Das düstere Grün dieser Laubmassen erscheint daher gleichmässiger, die Laubfarbe ist auch hier das durchaus Ueberwiegende, aber der Wald doch allgemein mit starken Lianen durchwoben und mit Epiphyten geziert, deren Blütenfarben gelegentlich hervorleuchten. Die höchsten Bäume werden auf 180 bis 200 Fuss geschätzt⁹⁾ und sind bis zur Mitte unverzweigt. Hier und da erscheinen Stämme von ungewöhnlicher Dicke¹⁷⁾, die aus ihren Umgebungen die Nahrungsstoffe des Bodens an sich ziehen und daher andere Gewächse in ihrer Nachbarschaft nicht aufkommen lassen. Unter den kolossalen Baumgestalten der Lorbeerform ist für die Ete-Wälder die Myrtacee charakteristisch, welche die Parantüsse liefert (*Bertholletia excelsa*), und deren Früchte, mit der Schwere von Kanonenkugeln aus einer Höhe von 100 Fuss herabfallend, zuweilen Unglücksfälle herbeiführen⁸⁾. Ein so hoch ausgespanntes Laubgewölbe erreichen die Palmen nicht, die, wiewohl sie zuweilen in geselligem Wachstum bedeutend genug hervortreten, doch in Ete weniger mannigfaltig sind, als im Igapo. Zu den grössten gehört die Urucuri-Palme (*Attalea excelsa*), die, 40 bis 50 Fuss hoch, dichte, von den Laubkronen beschattete Bestände bildet⁹⁾.

Es ist einleuchtend, dass diese beiden Hauptformationen der Hylaea nach ihrer Bewässerung ganz verschiedenen physiologischen

Bedingungen unterworfen sind. Im Igapo erfolgt das Eindringen des Wassers in das Gewebe mit der grössten Intensität, weil die Stämme so lange Zeit in dasselbe eingetaucht sind: die Circulation kann mit verhältnissmässiger Geschwindigkeit vor sich gehen, weil der tägliche Passat oder der aufsteigende Luftstrom den aus den Blättern verdunstenden Wasserdampf sogleich wieder entfernt. Der Ete-Wald breitet sich gewöhnlich über einem gsteinlosen Thonboden aus, wo zwar auch die Aufnahme der von der Erdkrume zurückgehaltenen Feuchtigkeit befördert wird, wo aber zugleich die Luft in den schattigen Räumen vermöge der grösseren Masse des Laubes mit Dampf stets gesättigt bleibt und die Wassercirculation durch das Gewebe daher nur langsam von Statten gehen kann. Das erstere Verhältniss ist der Vegetation der Palmen am günstigsten, das letztere den Epiphyten, den Farnen und den grossen Blättern der Pissang-, Scitamineen- und Aroideenformen. Verbindet sich mit diesen Einflüssen eine schärfer gesonderte Periodicität in den Niederschlägen oder im Wasserstande, so werden unter den Epiphyten die atmosphärischen Orchideen häufiger, deren Vegetation eine kürzere Dauer hat, oder am Rande der den Ete-Wald durchschneidenden Kanäle, aus denen der Strom in der trockenen Jahreszeit zurücktritt, entstehen Dickichte von Bambusen, die das wiederkehrende Wasser zur raschen Entfaltung treibt.

Die Wälder am Rio Negro unterscheiden sich von denen am Amazonas durch die Seltenheit der Palmen und Lianen ¹⁴⁾. Sie werden von den Indianern zu den Capoes ¹⁵⁾ gerechnet, worunter sie die aus der Ferne einem Hügel gleichenden Waldbildungen verstehen, wo die Höhe des Baumwuchses nach der Mitte des Bestandes zunimmt, der am Rande in Gebüsche und Zwergbäume übergeht. Ihr Substrat besteht im Gegensatz zu dem im Amazonenthal vorwaltenden tiefen Thonboden aus einer Sandsteinformation ¹¹⁾, auf welcher die Erdkrume daher leichter abtrocknet. Die nach Beleuchtung strebenden Lianen fehlen, weil diese Wälder durch Gebüsche unterbrochen und gelichtet sind; die Laubhölzer ¹⁹⁾ erreichen nicht die Höhe des Wachsthum, wie im Ete; eine der wenigen Palmen wird nur 15 Fuss hoch (*Leopoldinia pulchra*), aber die Feuchtigkeit der Luft über dem schwächer bewässerten Boden ist durch Aroideen und durch Massen von epiphytischen Farnen angedeutet. So nahe es liegt,

diese Eigenthümlichkeiten von der abweichenden Beschaffenheit der das Wasser durchlassenden Erdkrume abzuleiten, so genügt dies doch nicht, die Grenzen der Formationen bis in's Einzelne zu erklären. Bates bemerkt, dass dieselbe geognostische Unterlage am Amazonas auf die Bildung des Waldes ohne Einfluss bleibt, und Spruce nimmt einen saekularen Wechsel zwischen diesen Capoes und dem Ete an, in dessen Innerem die ersteren, wie der Ueberrest einer älteren Vegetation, inselförmig auftreten.

Jede Vegetationsformation, die eine längere Zeit hindurch bestanden hat, muss, auch wenn sie dem Boden durch die Verwesung ihrer Organe die Mineralstoffe zurückgibt, welche sie ihm entnommen hatte, nach und nach verändernd auf die Beschaffenheit der Erdkrume einwirken, schon deshalb, weil ihre Wurzeln in eine gewisse, mittlere Tiefe reichen, die sie auslaugen, ohne derselben Schicht einen Ersatz zu bieten, den sie vielmehr der Oberfläche zuwenden. Allgemein ist die Abhängigkeit der Formationen von der geognostischen Unterlage so aufzufassen, dass, wo der Charakter der Erdkrume in ihren physischen Einflüssen auf die Wasservertheilung oder in den chemischen Nährstoffen eigenthümlich ausgeprägt ist, auch eine bestimmte Vegetation sich dauernd behaupten kann, wo aber die Ablagerung der Mineralkörper weniger scharf gesondert ist und ihre Anordnung mittlere Verhältnisse zeigt, auch der Zeit nach ein Gewächs leichter das andere verdrängt und, je nachdem die Lage und Form der Bestandtheile des Bodens sich ändert, bald diese, bald jene Gruppe den Sieg davon trägt. In den Wäldern, deren Wurzelgeflecht gewöhnlich tiefer liegt, als bei anderen Vegetationsformen, wird ein saekularer Wechsel am leichtesten eintreten, mag derselbe nun ein natürlicher sein, wie ihn Spruce im vorliegenden Falle annimmt, oder mag er durch künstliche Lichtungen herbeigeführt werden, denen in Brasilien stets ein Gemisch von neu auftretenden Bäumen und Sträuchern nachfolgt, die Bildung der Capoeires, welche daher wohl mit diesen Capoes am Rio Negro verglichen werden können, die dem Ete-Walde voraus gehen und durch diesen streckenweise ersetzt werden sollen.

Von dem Strom und den Kanallinien, die ihn begleiten, kann man in das Innere der Waldbestände, wo das ewige Dunkel herrscht, nirgends einblicken, weil ihre offenen, hell beleuchteten Säume stets

durch einen besonderen Rahmen von Vegetationsformen, wie durch ein dichtes Gehäge, umschlossen werden. Eine eigenthümliche Formation bekleidet die zahllosen flachen Inseln des Amazonas, wo gewöhnlich aus dem Weidengesträuch²⁾ die bleichen Cecropien als einzige höhere Baumform hervorragen³⁾, deren gewaltiges Bombaccenlaub vom Gipfel der abstehenden Aeste sich ausspannt und seine untere Silberfläche, vom Passat gehoben, emporstreckt. Der Wasserspiegel selbst aber wird von dem Röhricht des 15 bis 20 Fuss hohen Pfeilgrases umsäumt (*Arundo saccharoides*), dessen wollige Rispen sich garbenförmig ausbreiten. Eine viel üppigere, in geselligem Wachsthum wuchernde Vegetation verdeckt das Ufer des Igapowaldes, wo aus den Laubmassen der Scitamineen und Musaceen sich reihenweise grössere Palmen, wie die dornige Jawari, erheben (*Astrocaryum Jauari*), oder die gedrängten 15 Fuss hohen Stämme einer Aroidee (*Montrichardia*) auf dem schlammigen Boden vereinigt stehen⁴⁾. So sehr alle diese Verbindungen der Ufer- und Inselgewächse wechselnd in einander übergehen, so lassen sich doch auch hier schon die Hauptformationen des Waldes dadurch unterscheiden, dass da, wo der Ete unmittelbar von den tief eingeschnittenen Kanälen berührt wird, die Bambusen die vortheilhaftesten Bedingungen des Wachsthums finden, und dass in dem sandigen Gebiete des Rio Negro die unansehnlichen Gesträuche jenen reicheren Pflanzenwuchs verdrängen.

So sehr die Savanen an Ausdehnung auch am unteren Amazonas gegen die Wälder zurücktreten, so kommt doch auch in ihnen das Aequatorialklima dadurch zur Geltung, dass die Bäume dieser offenen Flächen ebenfalls immergrün sind⁵⁾ und daher keine eigentliche Catingas bilden. Die Luft scheint daher in keiner Jahreszeit so arm an Wasserdampf zu sein, wie auf den Ebenen und Campos von Venezuela und im südlicheren Brasilien. Ueberhaupt drängt hier den Baumwuchs die Beschaffenheit des Bodens zurück. Denn Savanen treten am unteren Stromlaufe nur da auf, wo die Erdkrume aus grobem Sand und Geröllen gebildet ist⁶⁾. Unter diesen Bedingungen entstehen selbst mitten im Ete-Walde kleinere, mit Savanengräsern bewachsene Flächen, wo nicht einmal Gesträuche den Graswuchs unterbrechen. Auch hier wird der Waldrand durch eine eigenthümliche Vegetation von Gebüsch und niedrigen Bäumen, von

Melastomaceen, Myrtaceen und Malpighiaceen, gegen den frei beleuchteten Boden abgegrenzt. Auf den grösseren Savannen von Santarem wachsen die Gräser nur einen Fuss hoch ⁹⁾: im Februar und März blühend, sind sie im September völlig verdorrt ³⁾. Auf diesen Flächen treten einzelne Bäume oder Waldinseln auf, die gleich dem Ete-Walde von Lianen und Epiphyten reich geschmückt werden, aber aus besonderen Arten bestehen, unter denen die Myrtaceen am zahlreichsten zu sein scheinen.

Nach den Hilfsquellen, welche Brasilien durch Klima und Vegetation zu Gebote stehen, unterscheidet Agassiz ¹⁴⁾ von den südlicher gelegenen Gegenden, die vermöge ihrer höheren Lage für die Kaffeekultur besonders geeignet sind, das fruchtbare Aequatorialgebiet des Amazonas dadurch, dass hier die natürlichen Erzeugnisse des Waldes in der merkantilischen Bewegung den ersten Platz behaupten. Unter diesen stehen gegenwärtig, abgesehen von den Parannüssen, Kautschuk, Kakao, Vanille und Sarsaparille voran, woran eine Menge von Hölzern, Pflanzenfasern und Drogen sich anschliessen. Der amerikanische Kautschuk wird in den Niederungen von Para aus dem Milchsaft eines auch im Inneren häufigen Euphorbiaceenbaumes gewonnen (*Siphonia elastica*) und der Kakao (der Samen der Byttneriacee *Theobroma Cacao*), auf den Inseln des Stroms vielfach angebaut, ist ebenfalls ein einheimisches Erzeugniss, dessen Heimath vorzüglich die Wälder am Solimoes umfasst ⁹⁾. Die brasilianische Vanille ist weniger gewürzhaft, die Frucht von geringerer Grösse, als bei der mexikanischen; auch die Sarsaparille scheint einer eigenthümlichen Art (*Smilax papyracea*) anzugehören, deren Wurzel mit der aus andern Gegenden des tropischen Amerikas gewonnenen nicht übereinstimmt ²⁰⁾.

Vegetationscentren. Zahlreiche Beobachtungen lehren, dass die Gewächse, welche die Küstenlandschaften Brasiliens bewohnen, über ein weit ausgedehnteres Gebiet verbreitet sind, als diejenigen, die im Innern des Landes wachsen. Gardner ²¹⁾ fand in den Provinzen Ceara und Pernambuco viele Pflanzen, die nicht bloss an der ganzen tropischen Küste Brasiliens, sondern auch in Guiana und Westindien vorkommen, während unter denselben Breitengraden eine durchaus eigenthümliche Vegetation eine Strecke weit landeinwärts begann. In den beiden Meereströmungen, welche, am Kap Roques geschieden,

der Nordost- und Südostküste Brasiliens entlang fließen und die Wanderungen der Litoralgewächse, sowie der aus den Flüssen in das Meer getragenen Keime erleichtern, findet dieses Verhältniss seine Erläuterung, und hiermit lassen sich auch Spruce's Beobachtungen am Amazonas selbst vergleichen. Manche Holzgewächse folgen, den Verbindungen durch das fließende Wasser entsprechend, dem Strome von den Grenzen Perus bis zur Küste von Para und Guiana²²⁾. Auch ist die Flora des Amazonas mit der am Orinoko übereinstimmender, als mit der südbrasilianischen, und dennoch gestaltet sich durch den Wechsel der Arten im oberen Gebiete des Stromlaufs die Masse der endemischen Gewächse zu einem erstannlichen Reichthum. Im Abstände eines einzigen Breiten- oder Längengrads ändert sich nach Spruce die Flora um die Hälfte der einheimischen Arten. Der Austausch ist am Igapo am meisten erleichtert, dieselben Bäume bewohnen beide Stromufer. Im Ete-Walde dagegen haben sich die ursprünglichen Centren oft in ihrer engen Räumlichkeit erhalten und in noch höherem Masse innerhalb der von ihm umschlossenen Capoes, wo jener botanische Reisende in den einzelnen Beständen jedesmal einige Arten antraf, die ihm später niemals wieder zu Gesicht kamen. Das Wasser erweitert die Wohngebiete der Pflanzen, der Wald, wo alle Schätze des Bodens an lebenskräftige Organisationen bereits vergeben sind, schränkt sie ein.

Auch die Wasserpflanzen selbst sind selten dem Amazonas eigenthümlich. Während das Thierleben im Strome sich viel reicher als in den unzugänglichen, stillen Wäldern entfaltet und eine beispiellose Anhäufung verschiedener und auf enge Bezirke eingeschränkter Fische diese Gewässer bewohnt¹⁵⁾, stellt deren Vegetation dazu in einem seltsamen Missverhältniss. Ihr glänzendstes Erzeugniss, die Victoria aus der Reihe der Lotusblumen, ist ihnen mit anderen, weit entlegenen Flüssen Südamerikas gemeinsam. Nur dies scheint bemerkenswerth, dass diese grössten Formen schwimmender Blätter mit den kleinsten und einfachsten Bildungen blühender Wasserpflanzen hier räumlich vereinigt sind. Spruce³⁾, der ihnen eine besondere Aufmerksamkeit widmete, fand, dass der gewaltige Strom selbst weniger Vegetation erzeugt, als die kleinen Landseen, die mit ihm in Verbindung stehen. Wenn die Gewässer sinken, sprosst an ihren Ufern zuweilen ein ephemerer Anflug von

winzigen Phanerogamen (von Cyperaceen und Utricularien), unter denen die kleinste, aber doch mit einer weissen Blüthe gezierte Art (*U. uniflora*) an Grösse und Gestalt einer Nähnadel gleicht. Der blattlose, einem knopfförmig anschwellenden Wurzelkegel eingefügte Stengel mit seiner einzigen Blume bietet in seiner Kleinheit den äussersten Gegensatz gegen die Riesenorgane der Victoria.

Unter den endemischen Erzeugnissen der Wälder wurden räumliche Analogieen nachgewiesen¹¹⁾, welche die Vorstellungen von einem genetischen Zusammenhange der verwandten Arten zu unterstützen scheinen. Wie in anderen Floren die einander nahestehenden Pflanzen des Gebirgs und der Ebene dem Wechsel des Klimas in senkrechter Richtung entsprechen, so beruht hier das systematische Verhältniss des Igapo zum Ete auf dem Unterschiede der Bewässerung. Spruce hatte den Eindruck, dass in jeder dieser Waldformationen die einzelnen Pflanzenfamilien ungefähr durch die gleiche Anzahl von Individuen und von endemischen Arten vertreten seien. Nach den physischen Bedingungen ihres Vorkommens geschieden, zeigen diese Arten doch einen gemeinsamen Typus in der Bildung ihrer Organe²³⁾. Den Ansichten Darwin's über die Variation der Gattungen folgend, meint Spruce, dass die Verschiedenheit solcher vikariirender Arten ein Massstab der Zeitdauer sei, seitdem sie aus einer einzigen, ursprünglichen Form hervorgegangen wären. Allein so lange das Relief Südamerikas in seiner heutigen Gestaltung besteht, waren auch die Gegensätze der durch die Bewässerung und das Klima gesonderten Waldformationen gegeben, es mussten von Anfang an die Kräfte in Wirksamkeit treten, durch welche die verwandten Arten diesen verschiedenen, physischen Bedingungen angepasst worden sind.

So gleichmässig und einförmig auch in einem so eigenartig gestellten Abschnitte des Kontinents, wo kein Wechsel des Reliefs die Klimate zu gliedern vermag, die Bedingungen des Pflanzenlebens sich darstellen, so hat die Natur doch auch hier die Vegetationscentren, wie auf den Inseln eines grossen Archipels, schöpferisch gesondert ausgestreut. Aber da im äusseren Umfange der Flora die klimatischen Bedingungen durch allmälige Abstufungen geändert werden, so ist es auch bis zu einem gewissen Grade willkürlich, wie man die

Grenzen derselben auffassen will. In Beziehung auf Venezuela und Guiana wurde dies bereits nachgewiesen, und so ist auch das Florengebiet des Amazonas mit dem der grossen brasilianischen Nebenflüsse durch Uebergänge verknüpft. In einem ähnlichen Sinne kann man auch ihr Verhältniss zu der Andenflora beurtheilen, in deren tief eingeschnittene Thäler die brasilianische Flora eingreift. Die Schilderung der düsteren Wälder von Mainas am Fusse der peruanischen Anden²⁴⁾, wo Poeppig vierzig verschiedene Palmen sammelte, wo aber in westlicher Richtung zuerst wieder Farnbäume auftreten und zugleich auch auf's Neue Spuren von Savanenbildungen bemerkt werden, ist übrigens denen vom Solimoes noch ganz ähnlich. Martius¹⁰⁾ hat die Grenze der Andenflora am Amazonas auf das erste Auftreten der ächten Cinchonon begründet, und, indem ich seiner Auffassung auch in diesem Falle mich anschliesse, muss ich doch erinnern, dass die Waldungen am Ostabhange der östlichen Kordilleren mit demselben Rechte zur Flora von Brasilien gerechnet werden könnten. Dies würde sogar den Vortheil gewähren, die Wälder von den baumlosen Regionen der Anden abgesondert zu betrachten, aber es hätte zugleich die Folge, dass die Eigenthümlichkeiten der Gebirgsthäler mit ihrem tropischen Klima in der Darstellung nicht so bestimmt hervortreten würden.

Um den systematischen Charakter der Flora des Amazonenthals näher angeben zu können, fehlt es bis jetzt, wie von Brasilien überhaupt, an geeigneten Zusammenstellungen. Martius hob die Analogie mit Guiana besonders hervor und zählte die artenreichsten Familien auf²⁵⁾, jedoch ohne über ihr statistisches Verhältniss zu einem abschliessenden Urtheil gelangt zu sein. Dass auf der einen Seite die Farnbäume, auf der anderen die Cacteen in diesen Landschaften zurücktreten, ist als eine Folge ihres feuchtwarmen Aequatorialklimas anzusehen.

Von endemischen Gattungen finde ich mehr als dreissig beschrieben, unter denen eine Mehrzahl von Melastomaceen (5), Malpighiaceen (3) und Palmen (3) enthalten ist²⁶⁾. Unter den bisher bekannt gewordenen Palmen²⁷⁾ schätze ich die endemischen allein auf sechzig Arten, denen viele andere hinzuzufügen sind, welche die Grenzen der Flora überschreiten: eine grössere Anzahl ist hier vereinigt, als irgendwo auf einem Gebiete von gleichem Umfange.

Wenn schon die hochstämmigen Palmen an Mannigfaltigkeit jeden andern Theil Südamerikas überbieten, so sind doch auch hier die kleineren Arten (*Bactris*, *Geonoma*) vorherrschend. Die grossen Sammlungen von Palmenstämmen, welche Agassiz von seiner Reise auf dem Amazonas zurückbrachte, sind noch nicht bearbeitet und werden wahrscheinlich noch manches Neue enthalten.

XIX.

Brasilien.

Klima. Die Wälder des südhemisphärischen Amerikas verhalten sich diesseits und jenseits der Anden entgegengesetzt. Während innerhalb der Tropenzone der schmale, pacifische Abhang baumlos ist, sind die weiten Ebenen Brasiliens fast nirgends von jener bald zerstreuten, bald gedrängten Bewaldung durchaus entblösst, die mit den offenen Savanen abwechselt und die südwärts an den Pampas der Platastaaten endet, wogegen diese den gemässigten Süden des Kontinents beherrschenden Steppenlandschaften wiederum durch die Anden von der in den höheren Breiten bewaldeten Westküste geschieden werden. Die Linie, wo die regelmässigen Regenzeiten und mit ihnen die Wälder des südlichen Brasiliens aufhören, kann, wie wohl sie den Wendekreis beträchtlich überschreitet, als die Naturgrenze der Tropenflora gelten. Denn wenn auch der Reichthum tropischer Erzeugnisse jenseits des Wendekreises allmählig abnimmt, so zeigen doch die Sammlungen von der Ostküste aus der Provinz Rio Grande do Sul¹⁾ noch bis zum dreissigsten Parallelkreise den brasilianischen Typus und in S. Catherina²⁾ sind die Waldbäume dicht mit Epiphyten bedeckt, wie am Aequator. Im Inneren aber verläuft die Berührungslinie der Pampas und Wälder bogenförmig nach Norden, bis sie in der Nähe des Wendekreises³⁾ die Anden erreicht.

Ganz Brasilien steht jenseits des Aequators unter der Herrschaft des Südostpassats, der vom atlantischen Meere über den Continent bis zur Hylaea und zu den Anden hinweht. Nach dem Relief des Bodens aber theilt sich die Flora in mehrere Abschnitte von

ungleichem Umfang, die durch die Vertheilung der Niederschläge und durch die Bewässerung der Vegetation von einander geschieden sind. Längs der ganzen Südostküste erstreckt sich eine bis zu 7000 Fuss⁴⁾ gehobene Gebirgskette, die Serra do Mar, die, ihre Abhänge dem Passat entgegenstreckend, eine Elevationsregenzeit erzeugt, und, von den üppigsten Wäldern bedeckt, das ganze Jahr hindurch so viel Feuchtigkeit ansammeln kann, dass noch am Wendekreise zu Rio die vegetative Entwicklung niemals unterbrochen wird. Dann folgt im Inneren ein weites Tafelland von mehr als 2000 Fuss⁵⁾ Mittelhöhe, welches den grössten Theil Brasiliens einnimmt. Diese wellenförmig gebauten und unregelmässig zu den Wasserscheiden ansteigenden Hochebenen, deren höchste Kuppen in Minas Geraes sich durchschnittlich zu 4000 Fuss und im Itambe zu fast 5600 Fuss⁶⁾ erheben, besitzen nur in jener Serra do Mar eine Randgebirgskette und sind übrigens von Tiefland umgeben. Sie senken sich allmählig zu den dünnen und flachen Landschaften der Nordostküste und ebenso im Süden zu dem Stromgebiet des Rio de la Plata. Sodann werden sie von den tiefen Einschnitten des Amazonas, des Madeira und des Paragnay umschlossen und dadurch von den Anden abge sondert, indem die nach Norden und Süden strömenden Flüsse in der Provinz Mattogrosso, nur durch eine niedrige Wasserscheide getrennt, sich beinahe unmittelbar berühren. So würde, wenn der Kontinent tiefer läge, dieses grosse östliche Dreieck desselben eine selbständige Insel, etwa wie Neuholland, bilden, und hierin scheint, da die Gewächse des Hochlands die Wälder der Thalwege nicht überschreiten können, die vorzüglichste Ursache zu liegen, dass die Flora Brasiliens in so hohem Grade ihre abgeschlossene Eigenthümlichkeit bewahrt hat. Diesem weiten Binnentande nun wird durch die Serra do Mar der atlantische Wasserdampf entzogen, und überall, wo nicht fliessendes Wasser oder Sümpfe den Boden tränken, herrschen daher hier die Savanen, welche in Brasilien Campos genannt werden und in denen die regelmässige Zenithregenzeit des südhemisphärischen Sommers von den regenlosen Monaten des Passatwinds scharf getrennt ist.

Vergleicht man diese Hauptzüge des brasilianischen Klimas mit anderen Tropenländern, so erscheinen sie von dem des grösseren und unter denselben Breitengraden gelegenen Theils des afrikanischen

Kontinents wenig verschieden. Ein ähnlicher Küstenumriss, dieselbe Lage gegen das Meer und den von diesem ausgehenden Passatwind, die den unbewaldeten Savanen eigene Erhitzung des Bodens, ein Relief, welches nur durch die geringere Bedeutung der äusseren Umwallung Sudans abzuweichen scheint, und eine der geographischen Stellung entsprechende Vertheilung der Regenzeiten, alles dies begründet eine Uebereinstimmung in den physischen Bedingungen der Vegetation, die doch in dem Charakter der Flora keinen Ausdruck findet. Denn auch abgesehen von den ewig grünenden Urwäldern der Küste entwickelt Brasilien eine selbst unter den Tropen beispiellose Mannigfaltigkeit der vegetabilischen Erzeugnisse, die zu der Einförmigkeit Sudans den grössten Gegensatz bildet, die sich zu dieser ähnlich verhält, wie das pflanzenreiche Kapland, und unverhältnissmässig viel thätigere Bildungskräfte bei ihrer Entstehung voraussetzen lässt. Einigen Aufschluss, der aber doch nicht genügt, den beständigen Wechsel und die gehäufte Menge der Pflanzenarten in einzelnen Bezirken der Campos zu erklären, gewährt allerdings die grössere Unregelmässigkeit ihres Niveaus und die von einer entwickelten geognostischen Unterlage bedingte Ungleichheit der Bewässerung und Fruchtbarkeit des Bodens. Von den Tertiärformationen und Alluvionen der tiefen Stromeinschnitte eingeschlossen, finden wir Brasilien von granitischen und von theils älteren, theils jüngeren Sandsteinen und Schiefeln erfüllt⁷⁾, die zuweilen auch von Kalkgebilden unterbrochen werden, und deren verschiedene Erdkrumen die Feuchtigkeit bald mehr, bald weniger zurückhalten. Allein, wie im Kaplande, lässt sich auch hier unter übereinstimmenden äusseren Verhältnissen eine ungemein vermehrte Dichtigkeit in der Anordnung der Vegetationscentren nicht verkennen, deren Erzeugnisse, durch die Aehnlichkeit der Organisation im Gleichgewicht gehalten, sich gegenseitig nicht verdrängen können.

Die granitische, mit Urwäldern bedeckte Küstenlandschaft Brasiliens wird durch die Wasserscheiden zum Rio Francisco und Parana (die Serra de Espinhaço) von den Campos getrennt⁸⁾, deren Thonschiefer hier beginnen. Man würde indessen sehr irren, wenn man aus diesen geognostischen, mit der Absonderung zweier Vegetationsgebiete zusammentreffenden Gegensätzen, wiewohl sie nothwendig mit Unterschieden in der Beschaffenheit der Erdkrumen verknüpft

sind, auf einen unmittelbaren Zusammenhang beider Klassen von Erscheinungen schliessen wollte. Vielmehr ist die plastische Gestaltung des Bodens und die dadurch bedingte klimatische Gliederung Brasiliens die einzige Ursache der Campo- und Urwaldbildungen, und nur in sofern kann die geognostische Unterlage in Betracht gezogen werden, als deren Hebung auf die Niveaueverhältnisse bei der Entstehung des Kontinents von Einfluss sein musste. Mitten in der granitischen Serra do Mar erzeugen die steilen und daher weniger feuchten Hochgipfel die Vellosien und andere Vegetationsformen der Campos⁹⁾. Freilich liegt auch hier an den dem Passatwinde ausgesetzten Abhängen die Quelle der dauernden Niederschläge nicht bloss in der Erhebung des Bodens, sondern auch in den Wäldern selbst. Durch die Entwaldungen in der Umgegend von Rio haben sich die Niederschläge in den Monaten, in denen die Sonne fern vom Zenith steht, sehr vermindert. Früher regnete es daselbst fast das ganze Jahr hindurch, jetzt kann man auch hier eine trockenere und kühlere Jahreszeit (Mai bis September) unterscheiden. Gardner⁹⁾, dem wir diese Nachrichten verdanken, fügt doch ausdrücklich hinzu, dass es auch jetzt noch in der trockenen Jahreszeit nicht an Niederschlägen fehle. Wenn diese feuchte Zone sich hier sogar weithin über den Wendekreis hinaus erstreckt, so dienen zwei Umstände zur Erklärung, einmal die reiche Gliederung der Landschaft durch schmale und schroff ansteigende Gebirgsketten, welche dem Seewinde die Feuchtigkeit entziehen, und sodann die südöstliche Exposition der Küste, wodurch die Axe der Erhebungen dem Passat sich mehr oder weniger senkrecht entgegenstreckt. Obgleich die eigentliche Regenzeit hier, wie auf den Campos, eine Wirkung der Solstitalbewegung ist und deshalb in den südhemisphärischen Sommer fällt, so hat die Küstenlandschaft doch voraus, dass auch in den übrigen Jahreszeiten, in denen der regelmässige Südostpassat weht, eine Wald erzeugende Quelle der Feuchtigkeit gegeben ist. Das ungleiche Mass der Niederschläge in beiden Abschnitten des Jahrs hat übrigens in den Urwäldern der Küstenlandschaft, ebenso wie in dem äquatorialen Klima des Amazonas, die Wirkung, eine Periodicität in das Pflanzenleben einzuführen, die in der für tropische Gewächse so hohen Breite über Rio hinaus durch die vom Stande der Sonne abhängigen Wärmeunterschiede noch schärfer

ausgeprägt wird. Die Frühlingsmonate (September bis November) werden in Rio mit derselben Sehnsucht erwartet⁹⁾, wie in Deutschland der Mai.

Im Norden begegnen wir erst in der Breite von Pernambuco (5^o S. B.) einem klimatischen Wendepunkt, wo die Biegung der Küste nach Nordosten anhebt und die Serra do Mar sich zu vereinzelten Bergzügen auflöst. In diesem Abschnitt der Küstenlandschaften sind die regenlosen Perioden von der nassen Jahreszeit, wie im Inneren, scharf abge sondert und eben von der Mündung des Rio Francisco (10^o S. B.) bis Maranhao (3^o S. B.) dehnen sich die Campos bis zum atlantischen Meere selbst aus¹⁰⁾. Ganz anomal verhält sich das Klima von Pernambuco selbst, es ist dies die einzige Landschaft Brasiliens, wo die Niederschläge im südhemisphärischen Winter eintreten [April bis August¹¹⁾]. Die Ursache scheint darin zu liegen, dass eben in dieser Breite die Küstenkette unterbrochen ist und das heissere Klima des Sertao von Piahy zur Zeit des Zenithstandes der Sonne als ein Wärmecentrum aspirirend auf den Seewind einwirkt, der auf dieser Bahn seine Temperatur erhöht und dadurch den Niederschlag an den Küsten verhindert, während im Frühling und Winter die benachbarten Bergketten durch den Passat getroffen werden.

Im Bereiche der Campos wird die trockene Jahreszeit überall, wo der Erdboden die Feuchtigkeit verliert, von einem Winterschlaf des Pflanzenlebens begleitet. Am deutlichsten zeigt sich dieser Einfluss in den Catingas, jenen eigenthümlichen und hier weit verbreiteten Savanenwäldern, die periodisch ihr Laub abwerfen. Wenn in Minas Geraes die Regen nach sechsmonatlicher Dauer im Februar aufhören, fangen die Blätter an abzufallen und im Juni sind die Bäume fast völlig unbelaubt¹²⁾. In dieser Jahreszeit hat der Wasserzufluss zum Gewebe aus dem ausgedörrten Boden aufgehört, aber auch die Niederschläge der Regenperiode, deren Masse oft sehr bedeutend ist, scheinen an vielen Orten minder stetig zu erfolgen, als in den Küstenlandschaften. So oft die Bewegungen der Atmosphäre nachlassen, können die Wolken in den Sonnenstrahlen sich wieder auflösen. Wenn demnach die Regenzeiten in den Campos nicht überall von gleicher Intensität sind oder mit kürzeren Perioden heiteren Wetters abwechseln, so ist doch ihre Dauer im Allgemeinen

länger, als die Sonne in der Nähe des Zeniths steht. Dies hat darin seinen Grund, dass durch die Erhitzung des unbeschatteten Bodens auch im Tafellande Brasiliens schon Monate lang vorher Wärmecentren entstehen können, welche den nordhemisphärischen Passat nach Süden treiben. Denn die Regenzeiten sind von nördlichen Winden begleitet ¹³⁾, welche dem südlichen Passat entgegen wehen, und, wo beide sich begegnen, werden eben die aufsteigenden Luftströme erzeugt, die den Niederschlag veranlassen. Stets folgen die ersten Regen, wie in Indien, der Zeit, wo die Wirkung der Insolation bei unbewölktem Himmel am grössten ist. Die Dauer der Niederschläge ist nicht von der geographischen Breite, sondern von der plastischen Gestaltung der Landschaften abhängig. In Goyaz tritt unter dem sechzehnten Parallelkreise, wo die Sonne erst Ende November in den Zenith tritt und Ende Januar dahin zurückkehrt, die nasse Jahreszeit schon im September ein und dauert bis zum April ¹⁴⁾; unter derselben Breite währt sie im Sertao von Minas Novas nur vom December bis zum Mai ¹³⁾. In Piauhy fallen zu Oeiras (7^o S. B.) die ersten Niederschläge im Oktober, wenn die Sonne zum ersten Mal im Zenith steht, aber die eigentliche Regenzeit beginnt erst zu Anfang Januar, zwei Monate früher, als sie dahin zurückkehrt, und nun erst hält sie stetig bis zum Mai an ¹⁵⁾. Nach anderen Angaben rechnet man unter dem zwölften Breitengrade auf die nasse Periode die Zeit vom Oktober bis zum April ¹⁵⁾, und noch jenseits des Wendekreises in S. Paulo ebenfalls die Monate von Oktober und November bis zum März oder April ¹⁶⁾. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass in den meisten Gegenden der Campos die vegetative Entwicklung mindestens sechs und höchstens acht Monate durch die Niederschläge unterhalten wird, wodurch den Catingas und den zerstreuter wachsenden Bäumen viel bessere Bedingungen des Wachstums, als in den Savanen anderer Tropenländer, zu Theil werden.

Weit merkwürdiger, als die frühzeitige Entstehung von Wärmecentren in den Campos ist eine physiologische Beobachtung, welche schon Humboldt in den Llanos von Venezuela mitgetheilt ¹⁷⁾ und Saint-Hilaire in Minas Geraes bestätigt hat ¹⁵⁾. Sie besteht darin, dass das Laub gewisser Bäume früher ausschlägt, als die ersten Niederschläge beginnen, zu einer Zeit, wo noch nichts in der unorganischen Natur das Herannahen der Regenwolken verräth. In Ve-

nezucla sah Humboldt in solchen Fällen die Erneuerung der Blätter schon einen Monat dem Eintritt des Regens vorausgehen, als entspreche ihre Entwicklung nicht bloss gegenwärtigen, sondern auch zukünftigen Bedingungen, unter denen die Funktionen des Organs eigentlich erst beginnen können. Die Beobachtung Saint-Hilaire's, dass entlaubte Bäume der Catingas von Minas Geraes schon im August ihre Blattknospen entfalten, wenn die Wärme und Dürre des Bodens den höchsten Grad erreicht hat, veranlasst diesen Botaniker zu der Bemerkung, der Saftumtrieb werde zwar erst durch den Regen beschleunigt, aber der Anfang der Bewegung von Flüssigkeiten im Gewebe sei von Bedingungen abhängig, die man nicht ergründen könne. In der That entzieht sich die Ursache eines solchen Wachstums unserer Forschung, da doch die Belaubung einen verstärkten Saftzufluss voraussetzt, dessen Quelle in der trockenen Jahreszeit verborgen bleibt. Die Erklärung, welche Humboldt versuchte, dass nämlich zu dieser Zeit schon der Dampfgehalt der Luft erhöht sei, ist auf die Campos Brasiliens nicht anwendbar und auch übrigens nicht zutreffend, weil die Wassercirculation der Pflanzen des Zuströmens tropfbarer Feuchtigkeit bedarf. Es liegen hier unstreitig jene dem Instinkt der Thiere vergleichbaren Aeusserungen des vegetativen Lebens zu Grunde, zu deren Besprechung in dem Abschnitt über die Mittelmeerflora die Abhängigkeit der Vegetationszeit von steigenden Wärmegraden den Anlass bot. Wie der Oelbaum seine Knospen entfaltet, wenn der Winter die Blätter am meisten bedroht, so entstehen sie hier zu einer Zeit, in welcher sie durch Verdunstung ohne Zufluss aus dem Boden gefährdet sind. An den Bedingungen ihres Wachstums fehlt es niemals, weil das Gewebe der Pflanzen sowohl die erforderlichen Nahrungsstoffe als hinreichenden Saft auch während des Winterschlafs und in der trockenen Jahreszeit bewahrt, aber doch ist die Belaubung an einen bestimmten Zeitpunkt gebunden. Es bedarf nur einer Bewegung und geänderten Vertheilung-des Safts, damit die Knospen schwellen, und diese Anhäufung desselben in den äussersten Spitzen des Baums kann gar wohl durch die erhöhte Wärme bewirkt werden, die der Regenzeit vorausgeht. Die unteren Theile des Stamms aber würden bald durch ihre Saftentleerung zu Grunde gehen, wenn sie den Verlust nicht eine kurze Zeit zu ertragen vermöchten, bis die ersten Niederschläge den Boden wieder reichlich

befeuchten. In einem Falle hat man eine besondere Einrichtung kennen gelernt, dieser Gefahr vorzubeugen: bei einem Terebinthaceenbaum der Catingas (*Spondias tuberosa*), dessen wagerecht ausgebreitete Wurzeln zu hohlen und mit Wasser gefüllten Wulsten von etwa 8 Zoll Durchmesser anschwellen, in welchen zuweilen »mehr als eine halbe Mass« trinkbarer Flüssigkeit enthalten ist und die offenbar bestimmt sind, während der trockenen Jahreszeit dem Saftumtrieb einen Rückhalt zu gewähren. In anderen Bäumen wird die Feuchtigkeit des Holzes zu den periodischen Bewegungen ausreichen. Der in dieser Weise beschleunigte und dem Eintritt passender Entwicklungsbedingungen vorausgehende Anfang der Vegetationsperiode kann auch hier so aufgefasst werden, dass für die Dauer derselben Zeit gewonnen werden muss, um das Leben in seinem späteren Verlauf unter nachtheiligen und durch andere Mittel nicht zu besiegenden Einflüssen zu erhalten. Durch die Erblichkeit, welche mit dem Samenkorn auch die Periodicität des Wachstums fortpflanzt und an bestimmte Zeitabschnitte bindet, ist nur die Form der Erscheinung ausgedrückt, aber das Wesen instinktiver Thätigkeiten nicht ergründet. Hierüber könnte man vielmehr sagen, dass sie nur deshalb unserer Naturauffassung so befremdlich scheinen, weil sie äusserlich der unmittelbaren sinnlichen Wahrnehmung sich darbieten, indem das Walten der inneren Bildungskräfte des Organismus in mechanischem Sinne nicht weniger unerklärlich bleibt. Jede Zellenbildung, die bei der Keimung eines Samenkorns stattfindet, hat eine nothwendige Beziehung zu der zukünftigen Gestaltung der ausgewachsenen Pflanze, und ebenso äussert sich auch der Instinkt in beiden Reichen der organischen Natur nur in solchen Leistungen, die zu den Lebenserscheinungen der Zukunft mitwirken. Das Zweckmässige im Leben des Organismus ist nicht an die Bedingungen der Gegenwart gebunden, sondern erscheint unsern Vorstellungen von der Zeit als einer Reihe abgesonderter Zustände gegenüber ebenso unabhängig, wie der denkende Geist bei seinen Berechnungen Vergangenheit und Zukunft verbindet.

Die Formationen der brasilianischen Campos sind von der Nachbarschaft des Aequators bis über den südlichen Wendekreis hinaus bei aller Mannigfaltigkeit ihrer Erzeugnisse durch allmällige Uebergänge verbunden. Indessen hat Martius¹⁰⁾ nach der geographischen

Breite drei Abschnitte aus einander gehalten, das nördliche Flachland (3° — 15° , im Franciskothal — 20°), das mittlere Tafelland (15° bis 23°) und die südlichen Landschaften jenseits des Wendekreises (23° — 30° S. B.). In den nördlicher gelegenen Campos²⁰⁾ herrschen, wie in den Llanos diesseits des Aequators, die Savanengräser mit ihrem ungeschlossenen Rasen, der rasch in der trockenen Jahreszeit gelb wird und aus dem sich einzelne Säulencactus-Stämme erheben. Auf dem Tafellande nimmt mit der Erhebung des Bodens die Menge farbenreicher Stauden zu (namentlich von Melastomaceen und Gentianeen); es treten die Vellosien aus der Reihe der Liliaceenbäume auf; statt der Cereen zeigt sich die Form der kleineren Melonencactus: die Gesträuche und Waldformationen sind beiden Abschnitten der Campos gemeinsam, aber aus verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt. Den Savanen endlich des Südens sind die fast unvermischten Waldbestände der Araucarien eigen (*A. brasiliensis*), die Pinheiros, welche vereinzelt noch bis Minas Geraes bemerkt werden (18° — 30° S. B.). Dieser Conifere entspricht der in den höheren Breiten wachsende Temperaturunterschied der Jahreszeiten, der jedoch selbst an der Südgrenze der brasilianischen Flora nicht über 6° R. beträgt²⁴⁾. Zwischen dem Tafellande und seiner nördlichen Abdachung zum atlantischen Meere aber lassen sich keine andere klimatische Verschiedenheiten nachweisen, als diejenigen, die von dem Niveau ablängig und nach Massgabe des wechselnden Reliefs doch nicht bedeutend sind. Der eigenthümliche Charakter und der grössere Reichthum der Flora in den Hochlanden ist vielmehr eine Folge der unregelmässigeren Bildung der Oberfläche und des häufigeren Wechsels der geognostischen Unterlage, als des kühleren Bergklimas. Auf dem vielfach durch Flüsse eingefurchten und zu höheren Kuppen und Hochebenen gehobenen Tafellande von Minas Geraes, sowohl auf den offenen als den mit niedrigem Gebüsch bewachsenen Campos (18° — 20° S. B.) ist die Mannigfaltigkeit der Vegetation zum höchsten Masse gesteigert. Diese Gegenden beschreibt Gardner¹⁵⁾ als einen reichgeschmückten, unermesslichen Blumengarten, wo nach den langen Wanderungen dieses Reisenden jede Pflanzenart ihm neu, jede schöner und seltener erschien, als die andere. Nach seinen Angaben muss man annehmen, dass auch hier die Vermischung der Arten um so mehr gehindert ist, je höher das

Niveau ansteigt und die Höhen durch tiefere Einschnitte abgesondert werden.

Nach Westen erstrecken sich die Campos durch die Provinz Mattogrosso bis zu den Zuflüssen des Paraguay und Madeira²²⁾, wo die sumpfige Niederung von Cuyaba nur 460 Fuss über dem Meere liegt. Hier treten wieder, wie an der Küste, auf's Neue Urwälder mit tropischer Ueppigkeit des Pflanzenwuchses auf, welche die Meridianzonen der Pantanal bilden. Während der höher gelegene Thalweg des Francisco in Minas und Bahia von Catingas begleitet wird, erinnern diese Pantanal an die Wälder der Hylaea und verdanken ihre Eigenthümlichkeit, ebenso wie dort, dem fließenden Wasser, welches sie befeuchtet. Wie im Igapo scheint das Baumdickicht in die Flussbetten selbst einzudringen, indem die Stämme zu Zeiten in das Wasser eintauchen, und dem Schlamme entsprosst dasselbe Rohrgras, wie am Amazonas (*Arundo saccharoides*). Durch den Madeira also, dessen grössten Nebenfluss, und durch den Paraguay dringt die Flora der Hylaea tief in den Süden Brasiliens ein, die Formationen des Waldes wenigstens sind die nämlichen, aber ihre Bestandtheile wechseln allmähig, manche Nutzhölzer des Amazonas sollen am Guaporé (13° S. B.) aufhören²⁰⁾. Dass es nicht das Klima, sondern die Bewässerung des Bodens sei, wodurch die Pantanal-Wälder sich von den Campos absondern, geht daraus hervor, dass diese auch noch jenseits des Paraguay in der bolivischen Provinz Chiquitos bis zu den Vorbergen der Anden, zonenförmig mit den ersteren wechselnd, wiederkehren.

Schärfer bestimmt und ohne dass der physische Charakter des Tieflands an den zum Rio de la Plata strömenden Flüssen sich wesentlich ändert, ist die Südgrenze der Pantanal [21° S. B.²²⁾], über welche hinaus die palmenreichen, höchstens 575 Fuss über dem Meere gelegenen Ebenen von Gross-Chaco und das waldige, mit offenen Grasflächen wechselnde Hüggelland von Paraguay den Raum zwischen den Anden und dem südlichen Tafellande Brasiliens fast vollständig ausfüllen. Schon am Rio Grande de Chiquitos, einem bolivischen Nebenflusse des Madeira, hören die Campos mit ihren Holzgewächsen auf (18° S. B.). Die offenen Gegenden bestehen nun nur aus Gräsern und Stauden und werden von den Einwohnern nicht mehr Campos, sondern Pampas genannt, wenn sie gross sind.

oder Potrerros, wenn sie von Wäldern eingeschlossen werden. Auch die Wälder besitzen nicht mehr den Formenreichtum Brasiliens, oft bestehen sie nur aus Algaroben, derselben Gattung von Mimosen, wie in Texas (*Prosopis*). In der Ebene von Gross-Chaco sodann und am Paraguay, wo die Pantanaln bei Nueva Coimbra aufhören (21° S. B.), ist der sandige oder sumpfige Boden oft salzhaltig, er wird von einförmigen Beständen der brasilianischen Wachspalme (*Copernicia cerifera*) oder von Algaroben bewaldet. Ein Palmenwald, der, wie der der Dattelpalmen Afrikas, für sich besteht, eine in Amerika übrigens so seltene Erscheinung, tritt hier in noch viel grössern Verhältnissen auf, als dies in den östlichen Landschaften mit ihren Mauritia-Palmen der Fall war. Die Bedingungen möchten nicht sowohl im Klima, als in der Bewässerung und tiefen Lage dieser weiten Ebenen begründet sein.

Vegetationsformen. In den Urwäldern der Küstenlandschaften Brasiliens, von den Höhen der Sierra do Mar bis zu den Mangrovebildungen am Meeresufer, sind die Vegetationsformen die nämlichen, wie in anderen feuchtwarmen Klimaten des tropischen Amerikas. Aber in den höheren Breiten wird der Eindruck der Ueppigkeit und Mannigfaltigkeit des Pflanzenlebens im Gegensatz zur Frondosität der Hylaea durch das häufigere Auftreten von grossen und schöngefärbten Blüten erhöht, sowie auch der Blumenreichtum in den Savanen des Tafellandes eine Eigenthümlichkeit Brasiliens ist. Von den Prachtgewächsen der Küstenwälder erwähnt Martius²⁰⁾ mehrere Rutaceen (*Erythrochiton*, *Almeidea*) und Mutisiaceen (*Säftia*, *Mutisia*). Die letztere Gruppe, die Synanthereen mit Lippenblüthen überhaupt, sind charakteristische Erzeugnisse der Vegetationscentren Südamerikas, wodurch dieses Kontinent mit den Holzgewächsen einiger oceanischer Inseln des atlantischen und stillen Meers verknüpft wird.

Die Palmen der feuchten Wälder mit langen Regenzeiten stehen an Mannigfaltigkeit der Bildungen denen der Hylaea nur wenig nach, aber auch die Campos werden von einigen besonderen Arten bewohnt²³⁾. Unter den grösseren Formen überwiegen in Brasilien die Cocoinen (*Cocos*, *Attalea*), bei den kleineren ist die Bewaffnung mit Stacheln häufig (*Bactris*) und mehrere zeigen zugleich ein lianenartiges Wachsthum (*Desmoncus*). Farnbäume bewohnen die schattigen Bergab-

hänge der Serra do Mar bis über den Wendekreis hinaus, fehlen aber in einem grossen Theile Brasiliens: bemerkenswerth ist ein Farnbaum am Orgelgebirge bei Rio (*Hemitelia polypodioides*) wegen seiner nahen Verwandtschaft mit einer Art des Kaplandes. Die Formen der Bambusen (*Guadua*) und des Pisang (*Heliconia*) verhalten sich ähnlich, wie in den übrigen Floren Südamerikas. Dasselbe gilt auch von den dikotyledonischen Bäumen der immergrünen Urwälder: als besondere Erzeugnisse der Lorbeerform verdienen die Vochysiaceen und die Ochnaceen (*Luxemburgia*) erwähnt zu werden, sowie die Leguminosen der Tamarindenform, welche die werthvollsten Nutzhölzer liefern (Dalbergieen und Caesalpinieen, namentlich Jacaranda von *Dalbergia nigra* ²⁴⁾ und Brasilienholz von *Caesalpinia echinata*). Die Fülle von Lianen und Epiphyten in den Wäldern der Küstenzone, wie sie von Rugendas ²⁵⁾ nach ihrer malerischen Wirkung und von Martius ²⁶⁾ nach dem Wechsel ihrer Formen dargestellt wird, findet ihres Gleichen vielleicht in keinem andern Tropenlande.

In den Wäldern der Campos sind diese Gewächse weniger formenreich, unter den Epiphyten gedeihen hier besonders die parasitischen Loranthaceen, die atmosphärischen Orchideen sind hier so selten, dass das Vorkommen einer Art im Inneren der Provinz Ceara als ein ganz vereinzelt erwähnt wird ¹⁵⁾. In den Catingas ist die Loranthusform vermöge ihrer immergrünen Belaubung und wegen ihrer Häufigkeit eine besonders auffallende Erscheinung, weil die Bäume selbst, auf denen sie wachsen, ihre Blätter in der trockenen Jahreszeit grösstentheils verlieren. Der Sykomorenform angehörend, wie in den Wäldern Afrikas, sind die Baumbestände hier aus ganz verschiedenen Familien zusammengesetzt und diese in einer weit grösseren Mannigfaltigkeit vertreten. In den nördlichen Campos ist eine Bombacee (*Chorisia ventricosa*) häufig, deren Stamm nach der Mitte zu tonnenförmig aufschwillt, sie gleicht in ihrem Wachsthum den Sterculien im tropischen Australien (*St. sect. Brachychiton*).

Vor allen anderen Holzgewächsen zeichnen sich in dem Savannenklima die Liliaceenbäume durch ihr geselliges Vorkommen aus (*Vellozia, Barbacenia*), welche auf den nackten Hügeln und sonnigen Hochebenen der Gold- und Diamantendistrikte das Tafelland bewohnen und im Niveau von 2000 bis 4000 Fuss allgemein verbreitet

sind ¹³⁾. Ihr harzreicher, gabelförmig getheilter, oft ganz niedriger oder zu doppelter Mannshöhe sich erhebender und zuweilen fussdicker Stamm trägt auf seinen Gipfeln straffe Schilfrosetten. So wachsen, durch weite Zwischenräume getrennt, diese auffallenden Zwergbäume über das nackte, aber blumenreiche Erdreich zerstreut ¹⁵⁾: im nördlichen Flachlande fehlen sie ganz, aber hier entspricht am unteren Francisko der Pandanusform doch auch der mannshohe, einfache Holzstamm einer Bromeliacee [*Puya saxatilis* ¹³⁾].

Die Araucarien, von denen die Catingas auf den südlichen Hochflächen von S. Paulo verdrängt werden ¹⁶⁾, sind die einzigen Coniferen Brasiliens, die geschlossene Wälder bilden. In ihrer Blattform der Olivenform ähnlicher, als den Nadelhölzern, an die sie doch durch die dunkle Färbung ihres Laubes erinnern, sind sie auch nach ihrem Wuchs und nach ihrer aufwärts strebenden Verzweigung mit der Pinie verglichen worden. Noch bemerkenswerther ist die Verbreitung der Cycadeen in Brasilien, die, durch eine den Zwergpalmen gleichende Form in den Pantanal von Mattogrosso nur ganz sporadisch vertreten (durch *Zamia Bromgniartii*), hier den siebzehnten Breitengrad nicht überschreiten ²²⁾. In Mexiko und Westindien reichen Cycadeen bis zum nördlichen Wendekreis und gehen in Afrika bis zur Südküste des Kaplandes weit über die Tropen hinaus. So scheint diese Familie nur in gewissen Floren wärmerer Klimate als das Ueberbleibsel einer Vegetation der Vorwelt fortzubestehen, in deren älteren Perioden sie eine viel grössere Bedeutung hatte.

Ein Theil der Campos ist mit Gesträuchformationen bekleidet, die, wo sie den Boden ausschliesslich bedecken, Carrascos genannt werden. In gewissen Gegenden bestehen sie aus Mimoscen ¹⁶⁾ (*Acacia dumetorum*), oder sie sind, aus den Oleander-, Myrten- und Rhamnusformen gebildet, auch durch Mannigfaltigkeit des Blütenbaus ausgezeichnet: von Melastomaceen, Myrtaceen, Malpighiaceen und einer Reihe anderer Familien findet sich hier eine reiche Auswahl. Grosse Gattungen, deren Artenmenge unerschöpft ist, bald mit grösseren, bald mit kleinen und gedrängten Blättern treten hier auf (z. B. von Melastomaceen *Lasiandra*, *Microlicia*, von Myrtaceen *Eugenia*): die kleinblättrigen Formen vereinigen sich zu einem niedrigen und ästigen Gesträuch, ähnlich wie im Kaplande. Auch die Erikenform, der sie sich annähern, entwickelt die reine Nadelgestalt ihrer Be-

laubung in einer Gattung von Synanthereen (*Lychnophora*), deren Wollbekleidung gegen das dürre Klima der Campos sie zu schützen bestimmt scheint. Eigenthümlicher ist die Erscheinung, dass auch unter den zur Form der Savanengräser gehörigen Restiaceen Sträucher vorkommen (*Eriocaulon*), die durch ihre weisslichen Blütenköpfchen an die holzigen Synanthereen erinnern.

Die Bromelienform Brasiliens ist, wie in Mexiko, den feuchten Wäldern und den trockenen Savanen gemeinsam. Hier bedecken die Schilfrasen der Ananas nicht selten den Boden der Campos; dort wachsen sie häufiger epiphytisch auf den Baumstämmen. Ein merkwürdiges Beispiel höchster Raumbenutzung und der Anpassung an eigenste Lebensbedingungen beobachtete Gardner¹⁵⁾ an den Orgelbergen bei Rio. Hier haftet an den Felsen, 5000 Fuss über dem Meere, eine grosse Tillandsia, die nach der Weise dieser Bromeliaceen im Grunde ihrer Blattrosette eine Menge Wasser ansammelt. In diesen Behältern und nur hier allein schwimmt eine ansehnliche Wasserpflanze mit purpurfarbenen Blumen, deren kreisrundes Blatt mit dem der Seerose verglichen wird (*Utricularia nelumbifolia*). Sie pflanzt sich dadurch fort, dass sie Ausläufer, wie durch einen Instinkt getrieben, von einer Tillandsia zur anderen entsendet, die, ihren zufälligen Standorten folgend, sobald sie einen neuen Wasserbehälter erreicht haben, darin eintauchen und zu neuen Schösslingen sich entwickeln.

Von succulenten Gewächsen¹³⁾ ist die Agavenform Mexikos längs der Küste bis Rio fortgewandert (*Fourcraea*); die Cacteen sind, wie schon erwähnt wurde, in den Campos in der Weise vertheilt, dass auf dem offenen Tafellande die kleineren Formen, in den tiefer gelegenen Ebenen von Ceara und Pernambuco bis 20 Fuss hohe Cereen und verzweigte Opuntien vorzugsweise auftreten: doch fehlen die grösseren Stämme auch den Catingas nicht, wo sie während der trockenen Jahreszeit sich zwischen den entlaubten Bäumen grün erhalten.

Die Savanengräser, die in den brasilianischen Campos vorzüglich aus Panicen und Stipaceen bestehen und oft mit Restiaceen (*Eriocaulon*) gemischt sind, erreichen hier selten eine so bedeutende Grösse, wie in vielen Landschaften Afrikas. Sie sind gewöhnlich nur wenige Fuss hoch, und gerade hiedurch scheint das Gedeihen der

sie begleitenden, in unerschöpflicher Mannigfaltigkeit sich darbietenden Stauden mit ihrem Blüthenschmuck befördert zu werden. Als Weideland nehmen daher die Campos keinen so hohen Rang ein, wie die Grasebenen anderer Kontinente.

Eine bemerkenswerthe Staude der Urwälder ist die *Ipecacuanha* (die Rubiacee *Cephaelis Ipecacuanha*), die, als sie in den Küstenlandschaften selten geworden war und dem Bedarf nicht mehr genügt. in den Pantanals von Mattogrosso aufgefunden wurde²⁷⁾, wo sie so häufig vorkommt, dass die Befürchtung, diese unersetzliche Arzneipflanze einmal aus dem Handel verschwinden zu sehen, seitdem weniger gerechtfertigt ist. Sie kann als ein Beispiel der Verbindungen gelten, wodurch die Vegetation an den inneren Stromniederungen mit der Küstenzone verknüpft wird.

Vegetationsformationen. Die Wälder Brasiliens²⁸⁾ und ebenso auch andere Formationen werden von den Bewohnern durch besondere Bezeichnungen unterschieden. Der dem Ete der Hylaea entsprechende, aber noch formenreichere Urwald heisst Mato virgem: gelichtet erzeugt der Boden desselben, nun mit anderen Holzgewächsen sich einförmiger bekleidend, den Capoeira. Wo im Inneren durch die Feuchtigkeit des Bodens, wenn die Erdkrume sie zurückhält oder Sümpfe und Zuflüsse aus den Strömen sie anstauen, die regenlose Jahreszeit ausgeglichen wird, können dem Mato virgem ähnliche immergrüne Wälder von geringem Umfange entstehen, die Capoes [Waldinseln¹³⁾] genannt werden.

Kaum ist irgendwo auf der Erde, wenn nicht im indischen Archipel, die Pracht der Tropennatur mit so glänzenden Farben gepriesen worden, als im Urwalde der brasilianischen Küstenlandschaft. Aber wie die feuchte Wärme des Klimas die Empfänglichkeit des Gemüths herabstimmt und wie die Mühsal, in das verwachsene Dickicht einzudringen und von den Bäumen und ihren Lianen sich die Blüten und Früchte zu verschaffen, dem Beobachter beschwerlich ist, so dass die Kenntniss aller einzelnen Bestandtheile auch in den am meisten besuchten Gegenden noch immer unvollständig bleibt, so weicht das anfängliche Staunen über ein solches Mass vegetativer Bildungskräfte bald einer gewissen Ermüdung, welche durch die Wiederholung gleichartiger Eindrücke erhöht wird. Die Einzelheiten, sagt ein neuerer Reisender²⁹⁾, erscheinen wunderbar, die

Gesamtheit lasse unbefriedigt, dieser Fülle sich gegenseitig stützender Organismen fehle es an Harmonie, es fehle an Luft und Beleuchtung, durch keinen Horizont werde das Bild abgegrenzt, durch eine drückend heisse, mit Modergeruch erfüllte Atmosphäre werde das Herz beengt, welches an freien Fernsichten sich ausweitert und durch das Unbegrenzte sich erleichtert fühlt.

Die offener gelegenen Abhänge des Orgelgebirgs bei Rio sind sowohl in der Mischung der Baumformen, als in der Menge der Epiphyten und Schattengewächse reicher ausgestattet, aber von minder grossartigem Wachstum geschmückt, als die tiefen, mit fettem Humus erfüllten Flussthäler^{*)}. In diesen bilden starke Baumkolosse, von kleineren Stämmen weithin umgeben, ein so dichtes Laubdach, dass die Lichtstrahlen vom Boden abgehalten werden. Deshalb fehlt das niedrige Gebüsch und die Bäume sind arm an Epiphyten. Zu den auffallendsten Baumgestalten gehören einige Myrtaceen und die Ayri-Palme (*Astrocaryum Ayri*). Von den Baumformen, welche die Gebirgswälder von Rio enthalten, fehlen in diesen dunklen Gründen die Farnbäume, die Bambusen, die dort, in den Lichtungen am oberen Saume des hochstämmigen Waldes 50 Fuss hoch werden, ferner die in dessen Schatten wachsenden Kohlpalmen (*Euterpe ole-racea*) und die durch ihre grossen, weisslichen Blätter ausgezeichneten Cecropien.

In den Campos entfalten die Capoes eine ähnliche Ueppigkeit innig verbundener Vegetationsformen, hier gewährt der Wechsel der Formationen selbst ein anziehendes Landschaftsbild. Von aussen betrachtet gleichen diese Capoes bewaldeten Hügeln, indem die höheren Stämme den Mittelpunkt einnehmen und von niedrigeren Bäumen stufenweise umgeben sind: im Inneren herrscht die Lorbeerform, die daselbst durch eine Menge verschiedener Pflanzenfamilien vertreten ist^{2b)}. Man erkennt auch in dieser Anordnung, wie die Feuchtigkeit des Erdreichs, welche die Capoes von den übrigen Formationen der Campos abscheidet, durch die Bäume selbst und ihre unterirdischen Organe zurückgehalten wird.

In den Pantanalns an den westlichen Strömen dehnen diese feuchten Waldinseln sich zu einer zusammenhängenden Uferwaldung aus, weil durch das tiefe Niveau des Flussthals die Bewegung des Wassers gemässigt wird. Dadurch unterscheiden sich diese Wälder

von den weniger geschlossenen und in der trockenen Jahreszeit ausgedörrten Catingas, welche die Stromufer des Hochlands begleiten, wo das stärkere Gefälle zu dessen nördlicher und östlicher Abdachung die Entwässerung beschleunigt. Die Aehnlichkeit der Pantanal's mit den Urwäldern der Hylaea zeigt sich in der zunehmenden Menge der Palmen, aber diese sind, wie in Ostbrasilien, mit einer reicheren Mischung anderer Formen verbunden^{2b}). In dem Ueberschwemmungsgebiete treten neben den Rohrgräsern auch undurchdringliche Bambusendickichte auf, feuchte Gründe werden von Farnbäumen beschattet, beides Vegetationsformen, die hier, wie in Venezuela, aus den nahen Andenthälern in die Tiefebene hinabrücken. Ebenso ist aber auch noch unmittelbar am Fusse der bolivischen Andenerhebung der Einfluss der Flora Ostbrasilien's in den Wäldern zu erkennen, wo die Myrtaceenbäume vorherrschen. Nirgends sah Weddell auf seinen den grössten Theil des tropischen Südamerikas umfassenden Reisen die Bromelienform häufiger, als hier, indem deren Laubrosetten sowohl den Boden des Waldes bedeckten, als sie auch unter den Epiphyten der Baumstämme überall hervortraten. Noch weniger ändert sich bis zu den äussersten Westgrenzen der brasilianischen Flora der Charakter der Catingas, wo diese Camposwälder, dem dürren Boden folgend, mit den Pantanal's wiederum abwechseln: auch hier erzeugen sie die Formen des Säulen-Cactus und eigenthümliche Palmen (die Saro-Palme *Trithrinax brasiliensis*), selbst die oben erwähnte Bombacee mit angeschwollenem Stamm (*Chorisia ventricosa*) ist von den nordöstlichen Campos bis hieher nachgewiesen.

Diese Catingas sind die häufigsten Waldbildungen in den Campos und bilden die auffallendste Erscheinung der brasilianischen Landschaft³⁰). Während der trockenen Jahreszeit fast durchaus unbelaubt, sind die Bäume im Inneren des Hochlands von Bahia meist nur 20 bis 40 Fuss hoch und stehen weitläufiger, als im Urwalde. Bleibt, was in manchen Jahren der Fall ist, die Regenzeit aus, so erblickt man, so lange die Dürre dauert, die Cacteen ausgenommen, kein grünes Gewächs am Boden. Mit den Wäldern Europas verglichen, zeigen die Catingas bei mancher physiognomischen Aehnlichkeit doch eine weit grössere Mannigfaltigkeit der Bäume^{2b}) und des Gesträuchs. Beginnt die Zeit der Entlaubung, so bleiben neben den immergrünen

Succulenten auch andere durch Textur oder Behaarung der Blätter besser geschützte Gewächse übrig, wie die Bromeliaceen, die Myrtenform. Einige Hölzer werden leichter wieder belaubt, als die übrigen, wenn die Feuchtigkeit sich vermehrt. Sodann unterscheiden sich die Catingas von den Wäldern der gemässigten Zone durch die Menge der Parasiten und Epiphyten, die an den entlaubten Stämmen grün bleiben. Wie die ersteren durch die Loranthusform vertreten sind, so die letzteren durch die Bromeliaceen und Cacteen. In keiner Formation Brasiliens sind die Cacteen, die verzweigten Säulen der Cereen und die flachgegliederten Opuntien, so zahlreich und mannigfaltig, wie hier. Auch auf der dünnen, humusarmen Erdkrume dieser lichten Wälder gedeihen sie vortrefflich. Der Wechsel der Bestandtheile ist in den Catingas nicht weniger bemerkenswerth, als in den übrigen Formationen der Campos. Martius¹³⁾ fand an den Ufern des Francisko diese Waldungen von denen anderer Gegenden ganz verschieden zusammengesetzt, wenn auch ihr physiognomischer Charakter stets derselbe bleibt. Hier waren die Bäume, wiewohl dem Flusse genähert, noch weniger hoch, ihre Bestände noch lichter, und so gingen sie mit dem Abstände vom Flusse allmählig in einen mit einzelnen Stämmen besetzten Campo über (den sogenannten *Taboleiro coberto*).

Einförmige Wälder von geselligen Bäumen gleicher Art besitzt Brasilien nur in den höheren, südlichen Breiten, im Osten die aus der Araucarie gebildeten Pinheiros und in der weiten Ebene von Gross Chaco jenseits des Parana die reinen Bestände der Wachso- oder Caranda-Palme (s. o.). Die Araucarien sowohl als diese Fächerpalme sind beide auch dem tropischen Hochlande nicht fremd: die erstere hört freilich schon in höherer Breite auf (18° S. B.), aber die Wachspalme begleitet den Francisko bis Pernambuco. Dass sie aber erst in der gemässigten Zone zu ausgedehnten Wäldern durch geselliges Wachsthum verbunden sind, hat vielleicht darin seinen Grund, dass die tropischen Bäume der Catingas, die sie auf dem Hochlande verdrängen müssten, nun nicht mehr fortkommen und ihrer Ausbreitung daher ein freierer Raum vergönnt ist. So entbehren die Pinheiros, die auf dem Tafellande von S. Paulo selbst mit den Grasfluren abwechseln, hier auch der meisten übrigen tropischen Vegetationsformen: allmählig verlieren sich jenseits des

Wendekreises die Lianen, der Wald wird einförmig, eine grosse Menge von Farnkräutern vegetirt im Schatten der Bäume³¹⁾. So grosse Waldbestände finden sich in Minas nur auf dem geneigten Boden der Gebirgsketten, nicht auf dem Tafellande selbst.

Mit zunehmender Feuchtigkeit verschwinden auf der Küstenterrasse auch jenseits des Wendekreises die geschlossenen Pinheiros und werden in der Provinz Santa Catherina durch gemischte Laubwälder ersetzt, die sich bis zu den Grenzen von Uruguay erstrecken und von Unterholz und Rohrgräsern oft undurchdringlich durchwachsen sind. Wenn auch die Mischung der Bestandtheile des Urwalds hier allmählig geringer wird und die Stämme, frühzeitig von Stürmen niedergestreckt, nicht dieselbe Stärke erreichen, wie unter den Tropen, so sind ihre Kronen doch ebenso dicht, wie dort, mit Epiphyten bedeckt²⁾. Der Mato virgem hat seine Ausläufer am atlantischen Meere so weit nach Süden ausgebreitet, als die wachsenden Unterschiede der Wärmevertheilung nach den Jahreszeiten es gestatten.

Wo die Urwälder Brasiliens gelichtet und die freien Stellen der Natur überlassen werden, entsteht der Capoeira, ein Gehölz, dessen Bäume, mit Sträuchern gemischt, durchgehends von denen des Mato virgem verschieden sind^{2b)}. Hier fehlt es an symmetrischer Ausgleichung der Formen, und die weniger schöne Gestaltung des Laubs und der Blüthen gewährt einen unerfreulichen Anblick. Diese regelmässige Wiederkehr von Holzgewächsen, die meistens eine rauh behaarte, also wahrscheinlich kieselreiche Blattfläche zeigen und wodurch das geglättete Laub des ursprünglichen Waldes verdrängt wurde, führt zu der Ansicht, dass ihre mineralischen Nahrungsstoffe von denen der früheren Vegetation verschieden sind und dass ihre Samen für einen solchen säkularen Wechsel seit einer entfernten Vorzeit im Boden aufgespart wurden, um nun zur Keimung zu gelangen, nachdem das Erdreich für das Gedeihen der bisherigen Bäume erschöpft war. Die alten Stämme mochten sich bis zu einer zufällig oder absichtlich eingetretenen Katastrophe erhalten, und doch kann der Fall eintreten, dass die Erdkrume für den Baumwuchs überhaupt zu sehr verarmte, so dass auch der Capoeira nicht zur Ausbildung gelangt. Dann dauert es eine längere Zeit, bis wieder Bäume aus dem niedrigen Gestrüpp sich erheben. Aber zuletzt

werden unter dem Einflusse der Verwitterung und durch die Gewässer wieder frische Quellen der Fruchtbarkeit flüssig, und schliesslich erscheint, indem auch der Capoeira verdrängt wird, die alte Pracht des Tropenwalds auf's Neue wiederhergestellt. Weit ungünstiger gestalten sich diese Verhältnisse auf dem Tafellande der Campos, wo die tiefen Ansammlungen des Humus selten sind und die schwache Erdkrume auf dem anstehenden Gestein der Höhenzüge leicht vollständig von den Holzgewächsen erschöpft werden kann. Denn je grösser ein Stamm wird und je fester sein Gewebe ist, desto vollständiger werden die mineralischen Nahrungsstoffe in dem der Verwesung entzogenen Holzkörper gebunden. Grosse Flächen, die früher von Capoes oder Catingas bewaldet waren, findet man jetzt in Minas Geraes verödet und kaum zum Weidegrunde tauglich, indem sie sich theils mit einem werthlosen, geselligen Farnkraut (*Pteris caudata*), theils mit einem klebrigen, unvertilgbaren Grase (*Melinis minutiflora*) bekleidet haben, welches zwar gern vom Vieh gefressen wird, aber demselben nachtheilig sein soll ¹⁵⁾.

Wie die Bäume überhaupt nach Massgabe ihres Umfangs und der stärkeren Wasseraufnahme dem Boden mehr mineralische Bestandtheile dauernd entziehen müssen, als kleinere Gewächse, so erscheinen auf den Campos neben den Catingas und den vereinzelt Stämmen des Taboleiro coberto, wenn die Erdkrume weniger Nahrung bietet, zusammenhängende Gestrüchformationen, die den feuchteren Küstenlandschaften fehlen und deren Zusammensetzung bereits erwähnt wurde. Carrascos heissen sie, wenn die Höhe ihres Wachstums dem Reiter gestattet über sie hinweg in die Ferne zu schauen, oder auch, wenn sie nur ein niedriges Gestrüpp bilden, Carrascinos dagegen, wenn sie sich zu 20 oder 30 Fuss erheben ⁸⁾. Sie scheinen also in diesem tropischen Klima die Sträucher des Kaplandes doch an durchschnittlicher Höhe des Wachstums zu übertreffen.

Sowie alle diese Formationen der Campos durch Uebergänge verbunden sind, so lösen sich auch die Carrascos zu einzelnen, über die Ebene zerstreuten Sträuchern auf (Campo serrado) oder werden durch die baumartigen Liliaceen ersetzt (Campo aberto). Erst, wenn die Holzgewächse fast ganz verschwinden, dehnt sich die reine Grasflur mit ihrem reichen Blumenschmuck über unermessliche Flächen aus (Campo vero). Wenn man die Mannigfaltigkeit der Erzeugnisse

in den offenen Campos mit einem herrlich blühenden Garten verglichen hat³²⁾, so beruht dieser Reichtum doch nicht so sehr, wie im Kaplande, auf der klimatischen Abstufung nach dem Niveau, sondern auf der ungleichartigen, verwickelten geognostischen Unterlage. Am üppigsten fand Tschudi in Minas Geraes die Campos-vegetation über den granitischen und Hornblende-Gesteinen, deren Verwitterungsprodukte den Erdboden befruchten, während die Gold und Diamanten führenden Formationen der kieselreicheren Sandsteine (des Itakolumit) und der Schiefer nur einen ärmlichen Pflanzenwuchs hervorbringen und weder zum Ackerbau noch zur Viehzucht geeignet sind. Die Städte, welche dem Bergbau ihre Entstehung verdanken, sind daher keine passende Standpunkte für den sammelnden Botaniker, und ihr unfruchtbarer Boden ist eine der Ursachen, weshalb sie, als die Quellen ihres Wohlstandes durch Abnahme der mineralischen Produktion versiegten, dem Rückschritte verfallen sind. In fernen Einöden dagegen entfaltet die Vegetation des inneren Brasiliens den Reiz ihrer Formen, und hier ist ebendaher auch durch Kolonisation der künftigen Entwicklung des Landes eine bedeutende Zukunft geöffnet.

Auch in den offenen Campos kann die Unterbrechung der Vegetationsperiode, welche in der trockenen Jahreszeit eintritt, verschwinden, wenn der Abfluss des Wassers durch das Niveau oder undurchlassende Erdschichten gestaut wird. Solche immergrüne Sumpflandschaften kommen zuweilen im Innern vor, aber in noch grösserem Massstabe wechseln sie mit den Urwäldern in der Küstenlandschaft von Maranhao¹³⁾. Unter solchen Bedingungen werden schwimmende Wiesen aus Cyperaceen gebildet, oder Gruppen von Palmen (*Mauritia vinifera*, die Buriti-Palme) erheben sich aus dem schwammigen Erdreich.

Regionen. Die höchsten Erhebungen Brasiliens liegen in der Serra do Mar, sie bleiben unter dem Niveau tropischer Baumgrenzen zurück⁴⁾ und sind doch keineswegs bis zu ihrem Gipfel bewaldet. Am Orgelgebirge hört der geschlossene Tropenwald schon in einer Höhe von 4000 Fuss auf⁹⁾, dann folgt ein Gürtel von Bambusen, es erscheinen noch Farnbäume, und zuletzt begegnet man unerwartet genng in der oberen Region jener Campos-Vegetation, welche namentlich durch die Form der Vellozien (*V. candida*) bezeichnet wird.

Sogar am Corcovado bei Rio, der sich doch nur wenig über 2000 Fuss erhebt, ist schon diese Abnahme hochwüchsiger Baumstämme deutlich zu erkennen^{*)} und findet darin seine Erklärung, dass die steilen Felsgipfel dem Passatwinde zu wenig Masse darbieten, um die für die volle Ueppigkeit des Tropenwaldes erforderliche Intensität der Niederschläge zu erzeugen. Deshalb erreichen die Bäume überhaupt nicht einmal den Gipfel dieses niedrigen Berges, sie werden an den höheren Abhängen allmählig kleiner, der Wald lichter, die Bambusen treiben zwar noch schlank ihre Triebe nach aufwärts, aber zuletzt folgt auch hier, indem der Boden zugleich trocken wird, die Region der zwerghaften, holzigen Liliaceen. Die fortgeschrittene Entwaldung hat, wie zur Abnahme des Regens, so auch zur Veränderung der Vegetation unstreitig ebenfalls beigetragen. Uebrigens beruht das Auftreten der Vellosien im Küstengebirge, welches man nicht glücklich mit den alpinen Regionen anderer Länder verglichen hat, auf denselben Einflüssen, wie die Bildung der Campos selbst, auf der Dürre des Bodens in den Jahreszeiten, wo die Sonne vom Zenithstande sich entfernt.

Die Erhebung der das Tafelland selbst erfüllenden Bergzüge und Bodenwellen bleibt noch hinter der des Küstengebirgs zurück. Hier wird durch die Neigung der Oberfläche und durch die sanfteren Abhänge, an denen die Feuchtigkeit sich sammelt, die Vegetation von Holzgewächsen mehr befördert, als zurückgedrängt. Indessen bringt es der Itambe³²⁾, den man für den höchsten Berg im Innern hält (5600 Fuss)⁶⁾, doch auf seinem Gipfel nur zur Erzeugung von vereinzelt Zwergbäumen, die daselbst mit Vellosien und anderen Campopflanzen in Gemeinschaft wachsen. Nach abwärts werden auch hier die Holzgewächse bedeutender, ein Gürtel von Carrascos nimmt den Raum (etwa 3—5000 Fuss) zwischen jenen kahlen Höhen und der Capoc-Waldung ein, welche den Fuss des Bergs umsäumt. Im Wechsel feuchter und dürerer Standorte, sowie unter dem Einfluss der geognostischen Unterlage, fand Gardner³³⁾ auf einem solchen Höhenzuge in Minas Geraes, zwischen Lavinha und Diamantina, eine so reiche Ausbeute verschiedenartiger, seltener und schöner Gewächse, dass er die Carrascos dieser Serra für den ergiebigsten Fundort seiner ganzen, weiten Reise durch das Innere Brasiliens erklärt hat.

Vegetationscentren. Die Urwälder der Küstenlandschaften Brasiliens mögen die grösste Mannigfaltigkeit verschiedener Organisationen auf einem beengten Raume vereinigen, aber die Eigenthümlichkeit der Flora ist im Inneren des Tafellandes doch in einem weit höheren Masse ausgeprägt. Denn hier stehen der Vermischung mit den Pflanzen der Nachbarländer bestimmte abschliessende Schranken gegenüber. Die Gewächse der Campos können weder in der ewig feuchten Aequatorialzone, noch in den höheren Breiten der Pampas gedeihen, wo zwar ebenfalls die Gräser vorherrschen, aber die intensiven Regenzeiten fehlen, deren die tropischen Pflanzen bedürftig sind. Nach Westen sodann werden die Campos durch die Flussthäler am Fusse der Änden und durch deren Erhebung selbst noch schärfer abge sondert, und wenn ihre Vegetation die hohen Gebirge übersteigen könnte, würde sie jenseits ein regenloses Klima zurückweisen. Im Inneren der Campos wird das selbständige Fortbestehen der Vegetationscentren, wie schon bemerkt wurde, durch die Unterschiede des Niveaus, der Bewässerung und der geognostischen Unterlage befördert. Die Erfahrung der Sammler hat gelehrt, dass auf den höheren Serren die meisten eigenthümlichen und auf einen engen Wohnort eingeschränkten Arten vorkommen und daher solche Centren, über die ganze Oberfläche des Tafellandes vertheilt, durch das Niveau am meisten vor gegenseitiger Vermischung bewahrt blieben. Diese Vielfältigkeit von geographisch genäherten und klimatisch übereinstimmenden Oertlichkeiten, wo doch nicht gleiche, sondern nur ähnliche Organisationen entstanden sind, ergibt sich auch aus einigen artenreichen Gattungen, eine Erscheinung, wodurch die brasilianische Flora an die des Kaplandes erinnert (z. B. zeigen dies ausser den schon erwähnten Melastomaceen und Myrtaceen unter den Labiaten *Hyptis*, den Restiaceen *Eriocaulon*: die letztere Gattung mit mehr als 200 Arten³⁴), von denen die meisten einen Bezirk von geringem Umfang auf den das Quellgebiet des Francisko umfliessenden Serren bewohnen).

Eine Verwandtschaft der brasilischen Flora nach klimatischen Analogieen mit entfernten Ländern lässt sich nur in wenigen Fällen nachweisen. In Amerika selbst gibt es kaum ein ähnliches Hochland, da die mittlere Höhe Brasiliens weit unter der von Mexiko zurückbleibt und andere Savanen in dieser Beziehung übertrifft: die

Formen der Cacteen und Bromeliaceen stehen indessen doch zu denen Mexikos und Venezuelas in systematischer Verwandtschaft. Wenn das Klima des inneren Brasiliens mit dem der südlichen Tropenzone Afrikas am meisten übereinstimmt, so hat doch die Vergleichung beider Kontinente ausser den Vellosien Benguelas wenig Analogieen in ihren Floren ergeben (S. 127).

Der Charakter der Vegetationscentren Brasiliens besteht in der höchsten Raumbenutzung durch verschiedene Vegetationsformen, und dies ist es, was in den Wäldern und auf den Gebirgen der Küstenzone selbst den in der Kenntniss des Einzelnen unerfahrenen Beobachter am meisten in Erstaunen setzt. Hierher gehört der oben erwähnte Fall einer in den Wasserbehältern einer Bromeliacee schwimmenden Wasserpflanze, deren Ursprung in ein räthselhaftes Dunkel gehüllt ist. Verwandte Utricularien mit ungetheiltem Blatt und rother Blüthe bewohnen die Stümpfe von Minas Geraes. Wer Gefallen findet, die selbständigen und an bestimmte Lebensbedingungen geknüpften Organismen nach ihren Aehnlichkeiten von einander genetisch abzuleiten, kann hier seiner Phantasie nachgeben, ohne doch seiner Vorstellungsweise eine andere thatsächliche Grundlage verschaffen zu können, als die der räumlichen Analogieen.

Da es bis jetzt an einer zusammenfassenden Uebersicht der brasilianischen Flora durchaus fehlt und in dem grossen von Martius begonnenen Werke gerade die meisten vorherrschenden Familien noch unbearbeitet sind, so lässt sich über den Reichthum an Arten bis jetzt nicht weiter urtheilen, als dass die Sammlungen, die man dort zusammenbrachte, unter allen in Amerika erworbenen die grössten sind. Das Ergebniss der Forschungen von Reisenden, wie Martius, Burchell und Gardner, lässt sich nur mit dem aus dem Kaplande vergleichen, die Artenzahl ist vielleicht noch grösser und kann, zusammengefasst, wohl auf 10000 endemische Arten geschätzt werden. Freilich ist der Umfang des Landes auch mehr als zwanzigfach grösser³⁵⁾, als der der Kapkolonie, und, wenn auch nur einige Provinzen ebenso genau erforscht sind, so darf man doch schliessen, dass der Reichthum der Flora den der Südspitze Afrikas bei Weitem nicht erreicht.

Die Reihe der vorherrschenden Familien wurde von Burchell nach seinen eigenen Sammlungen zusammengestellt³⁶⁾, die haupt-

sächlich in den Campos erworben wurden: als artenreichste Familie erscheinen, wie in Mexiko, die Synanthereen, unter den übrigen können die Rubiaceen, Melastomaceen, Myrtaceen, Leguminosen, Malpighiaceen und Bromeliaceen als charakteristisch gelten.

Von endemischen Gattungen habe ich ein Verzeichniss entworfen, welches mehr als 200 Typen enthält, unter denen die Synanthereen (27), Melastomaceen (20), Leguminosen (18), Malpighiaceen (10) und Orchideen (10) am zahlreichsten vertreten sind.

XX.

Flora der tropischen Anden Südamerikas.

Klima. Auf die weiten Tiefebeneen Südamerikas folgt westwärts die Anschwellung der Anden, die, an Höhe nur dem Himalaja nachstehend, aber nach der Ausdehnung der Hebungslinien, das grösste Gebirge der Erde, den Raum bis zum stillen Meere und vom Isthmus bis zur Südspitze des Kontinents vollständig und ununterbrochen ausfüllt. Diese langgestreckte Höhenzone, deren Längsdurchmesser von Norden nach Süden etwa zwei Drittheilen eines Erdquadranten gleichkommt (9° N. B. bis 56° S. B.), ist nirgends so breit, wie die der mexikanischen Anden, aber in sofern ähnlich gebaut, als auch hier von parallelen Kämmen oder Kordilleren hochgelegene Flächen eingeschlossen und umsäumt werden. Fast überall kann man eine westliche Küstenkordillere, die unmittelbar vom Ufer des stillen Meers ansteigt, von einer östlichen Reihe von Hochgipfeln unterscheiden, welche ebenfalls dem Rande des Gebirgs genähert sind und sich zu den tiefen Stromthälern des Flachlandes herabsenken. Unter dem Aequator in Quito zu einem schmalen Hochthale zusammenrückend, umschliessen die beiden Randkordilleren in Peru und Bolivien ein weitläufiges Hochland, welches daselbst die Sierra und Puna-Region genannt wird. Am südlichen Wendekreise verschwinden eine Strecke weit die Hochgipfel und Kämmen fast ganz: hier bildet die Wüste Atacama, die sich quer über die ganze Breite der Andenschwellung vom stillen Meere bis zu den Pampas als hochgewölbte Ebene¹⁾ ausbreitet, einen natürlichen Abschnitt, der die Flora der tropischen Anden von der chilenischen abscheidet.

Die Vegetation der südamerikanischen Anden behauptet schon als Gebirgsflora gegenüber den Tiefebeneben, mit denen sie sich nur in ihren Thaleinschnitten mischen kann, den Charakter abgeschlossener Selbständigkeit. Innerhalb der Tropen umfasst sie in der Stufenfolge ihrer Regionen alle Isothermen der Erde bis zur Linie des ewigen Schnees, aber in diesen Breiten ist sie mannigfaltiger in den nach dem Niveau gesonderten Formen, als in der Mischung der zusammenlebenden Arten, weil dem grössten Theil der Oberfläche eine genügende Bewässerung nicht zu Gebote steht und die Einwanderungen aus den Nachbarlandschaften durch das Höhenklima gehemmt sind. Gegen den Reichthum der Waldregionen des Himalaja stehen die Kordilleren weit zurück, und auch von den mexikanischen Anden werden die südamerikanischen Gebirgslandschaften an Verschiedenartigkeit der Erzeugnisse übertroffen.

Am pacifischen Abhange der westlichen Kordillere Perus ist der Mangel an Bewässerung am grössten, die Küste selbst ist eine völlig regenlose Zone, die nur im Winter durch leichte Nebelbildungen, die Garuas, befeuchtet wird. Da diese Andenkette nirgends durchbrochen ist, so haben die Flüsse einen kurzen Lauf und sind wasserarm: an ihren Ufern allein, oder wo ihre Gewässer zu Irrigationen gesammelt werden, ist die wüste Landschaft gelegentlich, wie bei Arequipa, zu blühenden Kulturoasen umgestaltet worden. Aber auch in den höheren Lagen und jenseits der Küstenkordillere ist die Regenmenge geringfügig oder die Vertheilung der Niederschläge nicht geeignet, einem kräftigen Pflanzenwuchse Vorschub zu leisten. Die klimatische Linie, wo diesen dürren Berglandschaften gegenüber die üppige Natur der Tropen sich entfalten kann, wird erst an der Wasserscheide der östlichen Kordillere erreicht, an den Abhängen, die den Tiefebeneben Südamerikas zugewendet sind, oder in den Thälern, welche, diese Kette umsäumend und durchschneidend, in der Richtung des karibischen und atlantischen Meers geöffnet sind und ihre Gewässer zu den grossen Strömen, zum Magdalena, Orinoko und Amazonas, ansammeln. Denn diese Abdachung der Anden allein ist der Einwirkung des Regen bringenden Passats unterworfen, welcher seine Wasserdämpfe aus fernen Meeren herbeiführt, an der Kordillere seine Wolken entladet, westlich von deren Kamme hingegen nicht weiter bemerkt wird. Der mechanische Widerstand, der

hier die allgemeine Luftströmung unterbricht oder in die oberen Schichten der Atmosphäre ablenkt, ist von so weitgreifender Wirkung, dass die Seefahrer erst in einer beträchtlichen Entfernung von der peruanischen Küste den Südostpassat des stillen Meers antreffen. An der tropischen Westküste Südamerikas selbst herrschen südliche und nördliche Luftströmungen, welche der Hebungslinie der Anden parallel wehen und daher keine Elevationsniederschläge erzeugen können. Allein damit ist noch nicht erklärt, weshalb auch die Solstitialregenzeiten an der peruanischen Küste fehlen, die doch diesseits des Aequators unter anscheinend gleichen Bedingungen eintreten.

In diesem Gegensatz von zwei pacifischen Küstenklimaten, deren Wendepunkt unter dem vierten Grade südlicher Breite liegt²⁾, ist die Ursache enthalten, weshalb die Westküste von Neu-Granada und Ecuador an der tropischen Vegetation des Isthmus Theil nimmt, die Abdachung der peruanischen Anden hingegen von Wäldern entblösst ist. Auch noch weiter über den südlichen Wendekreis hinaus müssen dieselben Einflüsse wirksam sein, da jenseits der Wüste von Atacama die chilenischen Anden in einem weiten Umfange ebenfalls der zusammenhängenden Waldregionen entbehren. Wie die Tropenwaldung in der Nähe des Kap Blanco (4° S. B.), gerade da, wo die Küste Perus nach Südosten umbiegt, völlig aufhört, so kehren die Bedingungen des Baumlebens überhaupt erst im Süden der chilenischen Hauptstädte Valparaiso und Santiago (33° S. B.) wieder, und nun beginnen bald, über Concepcion hinaus (36° S. B.) jene dichten Wälder, welche dem feuchten Klima von Valdivia und Chiloe entsprechen, und weiterhin die Bestände der antarktischen Buchen bis zur Magellanstrasse und zum Kap Horn. Der weite, über 29 Breitengrade ausgedehnte Zwischenraum von Kap Blanco bis Valparaiso ist vermöge der Trockenheit des Klimas waldlos, diese Dürre ist das bestimmende Moment für den Naturcharakter und die Produktion von Peru, Bolivien und Chile. Wo der Regen fehlt oder an Menge und in seiner Dauer unzureichend ist, wo derselbe weder durch fließendes Wasser noch durch Thau ersetzt wird, können Gewächse von langer Vegetationsperiode und grossem Feuchtigkeitsbedürfniss nicht gedeihen. Die Meinung, als ob die Waldlosigkeit nicht die Folge, sondern die Ursache des Regenmangels sei, kann da nicht zur Geltung kommen, wo es möglich ist die Dürre des Klimas

von allgemeinen, auf grossen Bäumen wirksamen und von der Vegetation ganz unabhängigen Einflüssen, von Bewegungen der Atmosphäre oder Strömungen des Meers abzuleiten. Im vorliegenden Falle ist indessen kaum versucht worden, einen Zusammenhang dieser Art nachzuweisen, durch welchen das trockene Klima der südamerikanischen Westküste erklärt werden könnte.

Ausführlicher hat sich mit diesem Problem Raimondy³⁾, ein peruanischer Naturforscher, beschäftigt. Er erkennt, dass in Peru durch die Bewegungen der Atmosphäre die Wolkenbildung gehindert werde, und bemerkt, dass die Regenwinde fehlen, welche die Cordillere in senkrechter Richtung treffen müssten, um Niederschläge zu erzeugen. Aber er wirft ein, dass dies auch in Guayaquil und in Chile der Fall sei, es müsse daher noch eine andere Ursache der Regenlosigkeit der peruanischen Küste zu Grunde liegen, und diese meint er in der sandigen Beschaffenheit des Bodens zu finden, über dessen erhitzter Fläche die Wasserdämpfe sich nicht verdichten könnten. Allein ungeachtet ihrer Bewaldung hat die Küste von Ecuador ein bei Weitem wärmeres Klima als die peruanische, die trotz ihres heitern Himmels nach Verhältniss der Polhöhe kühl ist. Weder nachgewiesen ist sodann, noch anzunehmen, dass die regenlose Zone mit einer gleichmässigen Beschaffenheit der Erdkrume zusammentrifft. Nirgends sind die grossen Wüstenbildungen der Erde von den physischen Eigenschaften des Bodens bedingt, die nach viel kleineren Massstäben regellos wechseln. In andern Kontinenten beruhen sie auf austrocknenden Luftströmungen, welche keine Verdichtung des Wasserdampfs zulassen, hier aber grenzt das Meer, die unerschöpfliche Quelle atmosphärischer Feuchtigkeit, unmittelbar an das regenlose Litoral. Der Wasserdampf ist also vorhanden, aber er verdichtet sich nicht, oder doch nur zu schwachen Nebelbildungen im Winter.

Die Wolkenbildungen aus dampfreichen Seewinden hängen davon ab, dass diese mit kälteren Körpern in Berührung treten, und dazu bieten Küstenberge, wie der Tafelberg am Kap, die allgemeinste Veranlassung. In Peru aber ist die Wärme des Festlands selbst bis zu beträchtlichen Höhen, doch noch höher, als die des Meers, welches die Küsten bespült. Nach Humboldt⁴⁾ war bei Callao zu Anfang November die Temperatur des Meerwassers nur

12°,4 R., die der Luft 18°,2, der Unterschied betrug also beinahe sechs Grade Réaumur. Dies ist die Bedeutung des antarktischen Humboldt-Stroms, der aus hohen Breiten unauhörlich kalte Wassermassen herbeiführt und auf die kahlen Küsten Perus abkühlend einwirkt, gerade entgegengesetzt, wie der Golfstrom auf Europa. Hier ist das Meer selbst der kältere Körper, an welchem der Wasserdampf sich verdichtet, hiedurch wird dem Seewinde die Feuchtigkeit entzogen und von der gebirgigen Küste abgehalten. Für dieses Verhältniss ist es eine entscheidende Thatsache, dass die kalte Humboldt-Strömung den Kontinent genau in derselben Ausdehnung bespült, wie dessen Küstenklima trocken ist. Bei Valparaiso in geringem Abstände vorüberfliessend, trifft die Strömung bei Coquimbo (30° S. B.) das Litoral von Chile unmittelbar, gerade da, wo die Südgrenze des regenlosen Klimas gesetzt wird, und sie begleitet nun die Küste nordwärts bis zum Kap Blanco (4° S. B.), also bis zu der Breite, wo wieder tropische Regenzeiten beginnen. Den Einfluss des Meeresstroms auf die gemässigte Temperatur des peruanischen Küste hat bereits Humboldt gewürdigt, aber die Trockenheit des Klimas dabei nicht in Betracht gezogen, die, wie schon die Guano-Lager der Chincha-Inseln zeigen, ebenso wohl auf dem Meere als auf dem Lande herrscht. Dass die Verdichtung des Wasserdampfs, wodurch die Atmosphäre über dem Humboldt-Strome ausgetrocknet wird, bis jetzt nicht beachtet worden ist, hat wohl darin seinen Grund, dass sie nicht, wie an festen Körpern, als Niederschlag in die Erscheinung tritt. Mit einer Thaubildung vergleichbar, muss sie auf der kalten Wasserfläche doch unsichtbar und unmerklich vor sich gehen. Denn die antarktische Meeresströmung wirkt durch ihre niedrige Temperatur wie eine den Wasserdampf aus ihren Umgebungen anziehende und sammelnde Oberfläche, welche die Atmosphäre auch über der nahen Küste austrocknet und nur dann, wenn im Winter die Sonnenwärme abnimmt und der Sättigungspunkt des Dampfs in Folge von abkühlenden Winden überschritten wird, die leichte Nebelbildung der Garuas oder in weiterer Entfernung die wenig ergiebigen Niederschläge der oberen Andesregionen zulässt. Wälder und tropische Vegetationsformen können da nicht gedeihen, wo die unorganische Natur in ihren ganze Zonen umfassenden Bewegungen die erste Bedingung vegetabilischer Entwicklung,

die normale Wassercirculation durch die Atmosphäre beeinträchtigt.

Je grösser der Temperaturunterschied zwischen Meerwasser und Luft ist, desto reiner von Wolken wölbt sich der Himmel über diesen Küsten. Wie daher die Jahreszeit der Garuas in die Wintermonate (Mai bis September) fällt, wenn die Sonne vom Zenith sich entfernt und beide Temperaturen in's Gleichgewicht treten⁴⁾, so wird dieselbe Ausgleichung an der Böschung der Anden durch die Erhebung des Bodens hervorgerufen, und mit wachsender Höhe beginnen statt des Nebels der Küste sich tropfbare Niederschläge auszubilden. Auch sind diese Wirkungen des veränderten Niveaus von der Jahreszeit unabhängig, oder sie verstärken sich in den oberen Regionen vielmehr während des Sommers, wenn die Temperatur der Küste am höchsten steht und ihre Abnahme bis zur schneebedeckten Kordillere daher den weitesten Umfang hat. Aus diesen Verhältnissen erklärt sich, dass die Garuas schon in einer mässigen Höhe zu Winterregen werden, sowie dass in höheren Lagen die Niederschläge umgekehrt in die wärmere Jahreszeit fallen⁵⁾ und in der Puna-Region⁶⁾ alsdann tägliche Gewitter eintreten, deren Donner der Bewohner der Küste aus weiter Ferne vernimmt, ohne am heitern Himmel über sich nur eine einzige Wolke zu erblicken. Man rechnet die völlig regenlose untere Region der peruanischen Küste bis zum Niveau von 1400 Fuss⁶⁾, aber unter dem örtlichen Einfluss von Thaleinschnitten und Gewässern reicht der Winterregen auch wohl noch viel tiefer herab [z. B. bis Lima⁷⁾ bei 500 Fuss]. Da jedoch die Dampfmenge der Atmosphäre auch in den höheren Regionen ebenso gering ist, wie in der Tiefe, reicht der Ertrag der Niederschläge auch dort nicht aus, der Vegetation eine grössere Lebensfülle zu verleihen. Der dürftige Anblick des Landes bleibt derselbe, wenn auch einzelne, niedrige Bäume bis zu ungemein hochgelegenen Standorten bemerkt werden [bis 13500 Fuss⁶⁾]. Dieser Mangel an genügender Bewässerung wird auf der westlichen Kordillere noch erhöht durch die Richtung der in den oberen Regionen herrschenden Bergwinde, die von dem Kamme nach beiden Seiten, an der westlichen Abdachung nach Osten, an der östlichen nach Westen herabwehen⁶⁾ und daher im Fortschreiten zu wärmeren Thälern und Hochflächen ihren Dampfgehalt bewahren. Fehlen dabei, wie an der Wölbung der Wüste

Atacama, die Gegensätze der Hochgipfel, Pässe und Thaleinschnitte, die durch ihre ungleiche Erwärmung die Wolkenbildung fördern, so kann auch bis zu den höchsten Niveaus das regenlose Klima sich ausdehnen. Und so treffen wir erst jenseits der Humboldtströmung in Ecuador unter dem Einfluss von feuchteren Solstitialregenzeiten auf bewaldete Abhänge auch an der westlichen Abdachung der Anden: in demselben hohen Niveau, wo in Peru nur vereinzelte Bäume an entlegenen Standorten auftreten, ordnen sich dieselben hier zu einer geschlossenen Waldung⁸⁾, die daselbst nach abwärts mit den Formen der Isthmusflora fast in unmittelbare Verbindung tritt.

Geht man über die südlichen Grenzen der tropischen Anden hinaus, so bemerkt man eine gewisse Verwandtschaft der peruanischen mit der chilenischen Flora, die sich in der Physiognomie der Berglandschaften und auch darin äussert, dass einzelne identische Pflanzenarten über beide Länder verbreitet sind. Hier begegnet uns der seltene Fall, dass der Wendekreis ihren Wanderungen kein Ziel setzt, der doch sonst als allgemeine Grenze des wachsenden Gegensatzes warmer und kalter Jahreszeiten für die periodischen Phasen vegetativer Entwicklung von so weitgreifender Bedeutung ist. Als Beispiel führe ich die Kartoffel an, deren Heimath von dem Küstengebiet Perus bis zu den feuchten Inseln des Chonos-Archipels (45° S. B.) sicher nachgewiesen ist⁹⁾. Die Unabhängigkeit dieser Pflanze von klimatischen Einflüssen, die unter allen Gaben der neuen an die alte Welt die erste Stelle einnimmt, hat sich zwar durch die Kultur im weitesten Umfange bewährt: in ihrer natürlichen Wanderung aber ist sie auf die untere Region der westlichen Andenkette beschränkt geblieben. Denn obgleich sie hier den grössten Unterschieden der Bewässerung und Dürre zu trotzen hat, so vermochte sie doch weder die Kordillere zu überschreiten, noch die gleichmässig hohe Wärme der Tropen zu ertragen. Die Kartoffel ist wesentlich ein periodisches Gewächs und der ihren Vegetationsphasen entsprechende Unterschied der Jahreszeiten ist es eben, wodurch das peruanische Küstenklima dem chilenischen gleicht und aus dem Bereich anderer Tropenländer heraustritt. Der wärmste Monat in Lima ist um mehr als 7 Grade Réaumur wärmer, als der kälteste⁷⁾. Die Gleichmässigkeit der Temperatur in allen Jahreszeiten wird unter den Tropen im Allge-

meinen dadurch gesteigert, dass mit dem Zenithstande der Sonne die Regenzeit eintritt, und also in der Periode des Jahrs, in welcher ihre Strahlen am heissesten sind, deren Wirkung durch die Umwölkung des Himmels geschwächt wird. Ist dagegen, wie in Peru, der Sommer heiter und der Himmel im Winter von Nebeln und Wolken bedeckt, so wächst der Unterschied zwischen der erwärmenden Kraft der Sonne zur Zeit ihres höchsten und ihres niedrigsten Standes. Unter diesen Bedingungen wird daher die Periodicität des Pflanzenlebens nicht bloss, wie in andern Tropenländern, von dem Wechsel der Feuchtigkeit und der Dürre, sondern auch von der Temperaturkurve der Jahreszeiten bedingt sein. Sodann trägt aber auch die Abkühlung der ganzen Küste durch den Humboldt-Strom dazu bei, die Klimate von Peru und Chile in eine nähere Verbindung zu setzen.

Indessen sind diese Beziehungen doch nur auf die Küstenlandschaften von Peru und Bolivien beschränkt. Der grösste Theil der Oberfläche ist in den dortigen Anden so hoch gelegen, dass nur eine alpine Vegetation bestehen kann, und oben dadurch unterscheidet sich dieses Hochland vom mexikanischen, dass der zwischen den Kordillern eingeschlossene Raum oder wenigstens die am höchsten gelegene Puna-Region nicht, wie dort, den Vegetationsformen der gemässigten Zone zugänglich ist, sondern in weitem Umfange oberhalb der Baumgrenze liegt (10200 bis 13100 Fuss). Und eben hier ist die jährliche Temperaturkurve gleichmässiger, weil die Niederschläge im Sommer stattfinden: oft freilich wird ihr mittleres Mass erst durch heftige Stürme, die von den Schneebergen in die engen Thaleinschnitte stürzen, unter gewaltsamen Schwankungen wieder ausgeglichen. Am See von Titicaca (12700 Fuss), auf den weiten Hochflächen des Grenzgebiets von Peru und Bolivien werden nur noch Kulturgewächse von kurzer Vegetationsperiode geerntet: der scharfe Wechsel der Tag- und Nachtwärme⁷⁾, der so hoch gelegenen Ebenen eigen ist und der hier durch die Bewegungen der Atmosphäre noch gesteigert wird, kann den Mangel einer dauernd warmen Jahreszeit nicht ersetzen. Ungeachtet des verschiedenen Zeitpunkts der Niederschläge ist indessen die Verwandtschaft der alpinen Flora von Peru mit der von Chile wenigstens ebenso gross, wie in den Küstenregionen. In beiden Fällen ist die Entwicklungsperiode der Vegetation von kurzer Dauer: wie sie unter den tropischen Breitengraden

durch die Niederschläge der Sommermonate am meisten belobt wird, so hat in Chile der schmelzende Schnee der wärmern Jahreszeit für die alpinen Pflanzen eine ähnliche Bedeutung. Aber weder in Peru, noch in Chile können diese hohen Regionen ein dichtes Wachstum von Kräutern und Gräsern hervorbringen. Hier herrschen ähnliche oder sogar noch weniger zusagende Verhältnisse, wie in Tibet: die Trockenheit der Luft drängt die alpinen Matten zurück und erzeugt eine öde Hochsteppe. Bis zu den Schneeregionen macht sich der überwiegende Einfluss geltend, den die ostwärts vorliegende Kordillere auf die Bewässerung des Bodens ausübt. Wo, wie in die Hochthäler von Quito, die der oberen Sierra und der Puna-Region entsprechenden Paramos, der dampfreiche Passatwind eindringen kann, ist die alpine Vegetation der Anden mit blumenreichen Stauden, wie in den Alpen, ausgestattet¹⁰⁾.

Um eine reichere und überhaupt eine tropische Vegetation in den peruanischen Anden anzutreffen, muss man entweder den Ostabhang der östlichen Kordilleren hinabsteigen oder die Thäler der Sierra aufsuchen, welche, die Puna-Region mit tiefen Felswänden furchend, nach der Tiefebene und zum Meere geöffnet sind. Diesem Verhältniss verdankt auch im Norden des Aequators, in Neu-Granada, das Stromgebiet des Magdalena seinen üppigen Tropenwald. Bis zu den Höhen der Gebirgskämme ist das Hochthal von Bogota von einer ohne Stillstand grünenden Vegetation bedeckt¹¹⁾, weil die vom karibischen Meere thalaufwärts geführten Wasserdünste hier beständig verdichtet werden: in einem Niveau (8300 Fuss), wo die Luftwärme ($15^{\circ}, 2$) doch noch ebenso hoch steht, wie in Lima, regnet es hier in allen Monaten des Jahrs. Jenseits des Aequators sind es die Zuflüsse des Amazonenstroms, die den feuchten Winden bis in das Herz der Anden den Zugang eröffnen. In Ecuador, wo die beiden Kordilleren einander so nahe rücken, ist durch die gedrängten Seitenthäler der östlichen Abdachung die Bewaldung über einen grossen Theil des Landes ausgebreitet. In Peru endlich und Bolivien gestalten sich die Einschnitte des Hochgebirgs zu jenen grossen und in die Punaregion weithin eingreifenden Längsthälern der Sierra und Montaña, in denen die Erzeugnisse gemässigter und heisser Klimate stufenweise verbunden sind und wo die Sitze der Ansiedelung bald gehäuft zusammenliegen, bald vor dem übermächtigen

Urwalde zurückweichen. Von der wüsten Küste aus die hohen Andenpässe und die weite Puna überschreitend, findet man in diesen Thälern allein und an der östlichen Abdachung der östlichen Kordillere unerwartet eine verschwenderisch gestaltende Tropennatur. Lange Solstitialregenzeiten, deren Ertrag durch die Erhebung des Bodens erhöht wird, sind die Quelle unerschöpflicher Fruchtbarkeit hart an den Grenzen einer öden Gebirgszone, welche die Verbindung mit den Küstenstädten und dem Meere erschwert.

Hieraus ergeben sich zugleich auch die Bedingungen der Absonderung der peruanischen Vegetationscentren und ihrer Vermischung mit den Nachbarfloraen. Während die Erzeugnisse der heissen Region am Fusse und in den Einschnitten der östlichen Kordillere allmählig in die der brasilianischen Flora übergehen, enthält der obere Waldgürtel, den man die Augenbraue (*Ceja*) der *Montaña* nennt (4700 bis 7500 Fuss), die eigenthümlichsten Gewächse und unter diesen als merkwürdigste Baumform die Cinchonon. In einer schmalen Zone über die nach den Tiefebeneu geöffneten Abhänge der östlichen Anden von Venezuela bis Bolivien (11^o N. B. bis 19^o S. B. ¹²) ausgedehnt, ist der Cinchononwald erst durch die Gebirgspässe zugänglich. Nur die Chinarinden von Neu-Granada (*Cinch. lancifolia*) konnte man mittelst des Magdalenenthals zu den Seehäfen befördern: die Ausfuhr der übrigen Länder wird durch die schwierigen, langen Wege über die beiden Kordilleren gehemmt, und die von diesen entlegenen Strassen entfernteren Standorte konnten nicht leicht benutzt werden. Eine stetigere Versorgung des europäischen Marktes wird durch die fortschreitende Entwicklung der Amazonas-Schiffahrt möglich werden.

Vegetationsformen. Nirgends auf der Erde ist es anschaulicher, als auf den Anden, in welchem Masse die Vegetation von den Bedingungen der Temperatur und Bewässerung bestimmt wird. Es war eine der ersten und seinem Naturgemälde der amerikanischen Tropenländer zu Grunde gelegten Auffassungen Humboldt's ¹³), dass hier, wo das Klima von der höchsten mittleren Luftwärme der Erde bis zur Schneelinie alle Abstufungen der Temperatur vereinigt, auch die Vegetationsformen aller Zonen vom Aequator bis zu den Polarländern in Verbindung treten. Diese Vorstellungen haben indessen für tropische Hochgebirge eine allgemeine Bedeutung und erleiden

zugleich überall gewisse Einschränkungen, theils durch die gleichmässiger Wärme, die dem Unterschiede der Jahreszeiten in höheren Breiten nicht entspricht, theils durch die eigenartig bildenden Kräfte der einzelnen Vegetationscentren, welche zum Beispiel den Anden Mexikos einen Gürtel von Nadelhölzern zugetheilt und ihn denen Südamerikas in weitem Umfange entzogen haben. Eigenthümlicher, als die vertikale Abstufung der Klimate, ist den letzteren die Absonderung der Vegetationscentren nach Meridiangrenzen, welche, als Folge ihrer Axenerstreckung, auf der Ungleichheit ihrer Bewässerung beruht. In den westlichen Anden fehlen, so weit sie den Regenwinden entzogen sind, fast alle tropischen Pflanzenformen, die dagegen an den nach Osten geöffneten Abhängen in derselben Ueppigkeit, wie in Brasilien, entwickelt sind. Auch von den tropischen Pflanzenfamilien finden wir in den trockenen Klimaten der Anden nur einzelne, wie die Piperaceen, die Bromeliaceen, spärlich vertreten: alle diejenigen, die aus Holzgewächsen bestehen oder tropischer Regenwerthe bedürfen, sind hier ausgeschlossen.

Durch die schwachen oder unregelmässigen Regenzeiten der westlichen Kordilleren Perus wird die Vegetation nicht viel mehr, als durch die Winternebel der Küste, gefördert, und da die geneigte Oberfläche, sowie der felsige Boden dem gesellig verbundenen Wachstum der Pflanzen entgegenstehen, so sind alle diese Regionen den Steppen der gemässigten und den Wüsten der heissen Zone ähnlicher, als den mexikanischen Bergsavanen. Vergebens erwartet man, zu den Pässen ansteigend und sie überschreitend, auf den Höhen einen kräftigeren Ausdruck des organischen Leben, als an dem regenlosen Fusse der Anden. Wenn aber die ganze Küstenlandschaft des stillen Meers als Wüste bezeichnet wird, so ist doch zu bemerken, dass auch sie sich während der Garuas mit grünendem Rasen und einem nicht unansehnlichen Blüthenschmuck von Stauden bekleidet. Wo im Sommer eine pflanzenlose Einöde sich darstellt, sind doch die Keime und Knospen im Steppenboden verborgen, und nur in den höher gelegenen Abschnitten der Wüste Atacama giebt es oberhalb der Nebelregion, weil hier auch der Sommerregen ausbleibt, weite Strecken von steinigem Boden ohne jede Spur von Vegetation. Aus der Ferne, vom Meere aus betrachtet, erscheint hier der grüne Vegetationsstreifen der Küste, am Abhange der Berge, im Ni-

veau von etwa 2000 Fuss, bis wohin die Garuas reichen, scharf abgeschnitten ¹⁴⁾.

Wie in den Wüsten Afrikas, ist auch hier zwar der Baumwuchs nicht völlig ausgeschlossen, aber auf zerstreutes Vorkommen und unbedeutende Stammhöhe eingeschränkt. Die Anzahl einheimischer Bäume ist gering, an der Küste finden sie sich fast nur an den Flussufern, am Westabhang der peruanischen Kordillere (4000 bis 11500 Fuss) werden nur drei oder vier Arten erwähnt ¹⁵⁾. Selbst in den dürrsten Gegenden der Wüste Atacama erblickt man zuweilen einen einsamen Mimoseenbaum [*Prosopis siliquastrum* ¹⁴⁾], den die Ader eines unterirdischen Quellenlaufs befeuchten mag. Die meisten Bäume dieser Gegenden sind immergrün, sie gehören zu den Formen der Oliven (*Buddleja*), der Tamarinde und der Mimoseen, und durch sie unterscheidet sich die Physiognomie der Landschaft ebenso sehr von den Steppen der gemässigten Zone, wie durch ihr dürftiges Wachstum von den Savanenwäldungen der Tropen. Nirgends ist die Höhe der Bäume mit der in den östlichen Andenthälern zu vergleichen, und so gehen sie unmerklich in die allgemeiner verbreiteten Strauchformen über. Der Begriff einer scharf bestimmten Baumgrenze geht daher hier, wie in vielen andern tropischen Gebirgen, verloren: er ist in der nördlichen Hemisphäre vorzugsweise an die Nadelhölzer geknüpft, die hochwüchsig bleiben bis zu den Höhen, wo der Winterschnee sie niederhält, wogegen hier die Ausbildung der Holzgewächse von dem Mass der Feuchtigkeit des Bodens und des Dampfs in der Atmosphäre bedingt wird. Humboldt bemerkt ¹³⁾, dass in Quito Stämme von 45 bis 60 Fuss Höhe oberhalb des Niveaus von 8300 Fuss nur selten gefunden werden und dass die Sträucher um so häufiger auftreten, je mehr die Bäume an Grösse abnehmen: die eigentliche Waldgrenze liegt daher hier viel tiefer, als die der mexikanischen Nadelholzbestände, während die äquatorialen Zwergbäume (*Polytepis*) doch beinahe 1000 Fuss höher als dort ¹⁶⁾ in das Gebirge hinaufsteigen.

Die Strauchformen, die gegen die untere Grenze der alpinen Region hin durch geselliges Vorkommen an Bedeutung gewinnen, sind in den tiefer gelegenen Küstenlandschaften ebenfalls nur spärlich vertreten, eine nackte Oberfläche ist hier der gewöhnliche Charakter der weithin gestreckten Abhänge und Schutthalden. In der

häufigen Dornbildung der Sträucher kann man die klimatische Analogie zwischen Peru und Chile erkennen (z. B. bei der Rhamneengattung *Colletia*, bei welcher die Belaubung oft ganz unterdrückt ist, bei *Berberis*): in dem Blütenbau der holzigen Synanthereen äussert sich die geographische Verwandtschaft der Vegetationscentren, namentlich in den Mutisiaceen (z. B. *Chuquiraga*) und andern Gattungen (*Baccharis*), die auch in den Nachbarländern gewöhnlich sind. In der Gruppe der Synanthereensträucher mit Lippenblüthen (den Mutisiaceen) kommen ebenfalls stechende Blätter und Dornen häufig vor, lange Zeit erhalten sich ihre saftarmen Blütenköpfe, wie bei der Immortellenform. Auf eine dieser Formen (*Barnadesia*) begründete Humboldt¹³⁾ eine eigene Region oberhalb der Grenze des Hochwalds in Ecuador (8300 Fuss), der nach aufwärts subalpine Sträucher aus verwandten Gattungen folgen (*Chuquiraga*, *Mutisia*), die in diesen Höhen den ganzen Zug der westlichen Anden begleiten. Die dornenlosen Sträucher gehören grösstentheils zu der Myrtenform, indem in einer Mehrzahl von Familien die immergrünen Blätter von geringer Grösse sich wiederholen: vorherrschend Synanthereen, sodann Myrtaceen, und einzelne Gattungen von Onagrarien (*Fuchsia*), Polemoniaceen (*Cantua*) und Scrophularineen (*Buddleja*). Klimatisch geschieden dagegen aus dieser Reihe der Myrtenformen sind die zahlreichen subalpinen Ericaceen (*Gaultheria*, *Befaria*, *Vaccinium*), die in Peru erst in der östlichen Sierra auftreten¹⁵⁾ und daher des Regenwindes zu ihrem Gedeihen zu bedürfen scheinen. Auf den feuchteren Paramos von Ecuador und Neu-Granada sind sie mit den der Oleanderform sich anreihenden Winteren (*Drimys*) und den ähnlichen Escallouien verbunden, nach denen Humboldt diese Region benannt hat.

Die succulenten Formen, die Cacteen, sind, wie in allen dürren Klimaten Afrikas, auch auf der westlichen, sowie bis zum Kamm der östlichen Kordillere durch alle Regionen vertreten und in den mittleren Berghöhen der pacifischen Abdachung anscheinend am häufigsten. So bilden sie das bedeutendste Verbindungsglied zwischen den mexikanischen und peruanischen Anden und neben den grossen, aufrechten Cereen (*C. peruvianus*) fehlen als zweite Form der Succulenten auch die Agaven nicht. Wenn im Sommer die Gebirgsabhänge und die Küstenlandschaften Perus einer pflanzenlosen Wüste

gleichem, bewahren diese Saftgewächse ihr Grün und ihre Lebenskraft.

In der Befähigung, dem Uebergang in die trockenen Jahreszeiten einen dauernden oder vorübergehenden Widerstand zu leisten, kommen ihnen am nächsten die Liliaceen, deren unterirdische Organe sich frisch erhalten (*Pancratium*, *Alstroemeria*) und unter den Stauden die Gnaphalienform, deren Behaarung gegen die Sonnenstrahlen Schutz gewährt. Die letztere ist in der alpinen Region durch mehrere endemische Synanthereen vertreten, deren Oberhaut in ungewöhnlich lange und dichte Wolle sich verhält, (z. B. *Culcitium*, *Werneria*, und diesseits des Aequators das von Humboldt erwähnte und nach dem weissen Gewande der Mönche benannte *Fraillexon* oder *Espeletia*).

Unter den Stauden der untern Regionen bemerkt man noch häufiger, als bei den Holzgewächsen, eine in grossen Gattungen ausgesprochene Verwandtschaft mit der chilenischen Flora (z. B. *Oxalis*, *Solanum*, *Calceolaria*). Dagegen scheinen die alpinen Gewächse der Puna-Region einem andern Bildungsgesetze zu folgen. Hier finden wir den rasenförmigen Wuchs und die beschränkte Grösse der Vegetationsorgane wieder, als hätten wir in der gemässigten Zone die Baumgrenze überschritten oder wären in arktische Breiten eingetreten: hier überwiegen die klimatischen Analogieen über die der geographischen Nachbarschaft. Wenig kann die gleichmässiger Temperatur der Jahreszeiten austragen, wo beständig Wärme und Kälte mit einander abwechseln, wo das organische Leben durch Stürme, durch Schlossen und Schnee stets gefährdet, wo es aber auch durch dichte Nebel oder durch Sonnenglanz leicht angeregt wird. Unter diesen Bedingungen sind hier die Gattungen ferner Zonen¹⁶⁾ artenreicher als irgendwo sonst in den Anden und werden von andern begleitet, die, geographisch bestimmter charakterisirt, doch ähnliche Gesetze des Wachstums befolgen. Wie auf den Hochebenen Tibets mischen sich hier die Formen des feuchteren arktischen und des trockenen Steppenklimas, oder ordnen sich nach den Standorten, indem in beiden Fällen ihre Erhaltung unter den plötzlichen Unterbrechungen der Entwicklung durch die Organisation gesichert wird. Die Reihe arktischer und alpiner Gattungen der nördlichen gemässigten Zone ist indessen grösser, als die der Steppenpflanzen (z. B. von jenen

Gentiana, Ranunculus, Alchemilla, von diesen *Astragalus*). Dieselben klimatischen Beziehungen verbinden die Puna-Region auch mit den Prairien und Hochlanden Nordamerikas: durch einzelne Gattungen (z. B. *Lupinus*) und durch die grosse Anzahl der Synanthereen steht sie ihnen näher, als den Steppen Asiens. Durch mehrere der artenreichsten Gattungen, deren Vegetationsorgane denen der arktischen Flora ähnlich gebaut sind, wird diese Staudenvegetation sodann auch geographisch mit den chilenischen Anden und den antarktischen Breiten verknüpft (z. B. durch *Azorella, Acaena, Adesmia, Ourisia*). Einige Fälle giebt es schliesslich auch, wo Familien des tropischen Tieflands durch Arten von alpinem Wuchs bis zu den höchsten Regionen der phanerogamischen Vegetation ansteigen (z. B. *Malvaceen, Melastomaceen, Lobeliaceen*).

Der mit den Stauden verbundene Graswuchs der westlichen Anden, wiewohl in den obern Abschnitten der alpinen Region vermehrt, ist doch nicht zu jeder Zeit ausreichend, die von den Höhen zu den Thälern wandernden Lamaherden zu ernähren. Derselbe besteht aus Steppengräsern (*Stipaceen, Poaceen, Deycuxien*), in der Puna-Region besonders aus dem stechenden Ichu-Grase (*Stipa Ichu*), dessen gelbliche oder schwärzliche Färbung von den ihr Wachstum erstickenden Schneebedeckungen herzurühren scheint, die oft wochenlang sich erhalten. Bis zur Schneegrenze selbst reichen weder diese Rasenbildungen, noch ist überhaupt phanerogamische Vegetation überall anzutreffen: zuletzt sind für ihre Erhaltung die Entblössungen des Bodens von zu kurzer Dauer und es finden sich auf den öden Geröllern nur noch Steinlichenen. Die reichen Weideplätze der Alpen und der kräftige Graswuchs der Polarzonen sind auf den Anden nicht zu finden, wo mit zunehmender Feuchtigkeit die Holzgewächse sich leichter, als die Gräser, vervielfältigen.

Auf die Vegetationsformen des feuchten Tropenklimas der östlichen Anden im Einzelnen einzugehen, hiesse die Darstellung wiederholen, welche den waldbedeckten Landschaften Venezuelas und Brasiliens gewidmet war. Beim Hinabsteigen in die Tiefebene kann man, wie früher bemerkt¹⁷⁾, nach Martius' Vorgange für den Umfang der Andenflora nur eine willkürliche Grenze setzen und wählt dazu am passendsten den untern Rand des Cinchonwaldes, dessen weite Verbreitung längs des ganzen Ostabhangs der östlichen Kor-

dillere für den Endemismus der mittleren, gemässigten Höhen gleichsam massgebend ist. Die Cinchonon, dieses wichtigste Erzeugniss des Kordillerenwaldes, bilden eine grosse Gattung von Rubiaceen, die nach ihrer Laubbildung den Tropenbäumen der Lorbeerform sich anreihet. Die Höhengrenzen, in deren Bereich sie hauptsächlich vorkommen (in Peru 4700 bis 7500 Fuss), wurden von Humboldt zu weit ausgedehnt¹⁸⁾: sie steigen nicht so tief hinab, wie die Farnbäume, mit denen er sie zusammenstellte, und entsprechen vielmehr derjenigen Region, welche er in dem Naturgemälde der Tropenländer nach den Eichen benannte. Der Eichenwald Mexikos hält sich ungefähr in denselben Höhen, wie die Cinchonon in Südamerika, aber jenseits des Isthmus bewohnen die Eichen nur noch die Gebirge von Neu-Granada und erreichen den Aequator nicht.

Unterhalb der Cinchononregion greifen in den tief eingeschnittenen Stromthälern der Sierren die Vegetationsformen der feuchtwarmen Klimate überall tief in die Andenflora ein. Die Regionen der Palmen und des Pisangs (0 bis 3100 Fuss), sowie die der Farnbäume (1200 bis 4900 Fuss), wie sie Humboldt¹³⁾ unterschieden hat, liegen daher eigentlich nicht mehr im Bereich dieser Flora, die am pacifischen Abhang der Kordillere von Neu-Granada und von da bis Quito weithin ausgedehnten Bambusenwälder (0 bis 5200 Fuss) berühren sie ebenfalls nur wenig: nur in gewissen Gegenden findet man diese Pflanzenform selbst in die höchsten Regionen eingemischt. Auch ist es eben für die Andenerhebung und deren geneigte Flächen im Gegensatz zu den Tiefebeneu charakteristisch, dass die Farnbäume und Bambusen dort häufiger als hier und in grösseren Massen auftreten. Die Formen des Pisang (*Heliconia*) und der Aroideen nehmen dagegen in der Kordillere ab und vermehren sich im Thale des Amazonas³⁾.

Noch auffallender, als durch die räumliche Verbindung der feuchtwarmen Thäler mit den kältern, aber ebenfalls feuchten Höhen wird die Mischung der Vegetationsformen verschiedener Klimate, wenn die Höhengrenzen einzelner Vertreter derselben mit denen ihrer Regionen nicht zusammenfallen. In dieser Beziehung sind die hier einheimischen Palmen besonders hervorzuheben. Wie die benachbarte Hylaea, bringen auch die östlichen Andenthäler sehr zahlreiche Palmen hervor: mehr als 50 Arten sind bereits daher bekannt ge-

worden und die meisten sind endemisch. Zur Bezeichnung der feucht-warmen Thäler wurden sie mit Recht von Humboldt vorangestellt. Aber auch weit von diesen Standorten entfernt treten hier zwei Palmen in dem weit höheren Niveau der Cinchonregion auf, von denen die eine (*Oreodoxa frigida* bis 7500 Fuss) zwar von niedrigem Wuchs ist, die andere aber, die Wachspalme von Neu-Granada (*Ceroxylum andicola*), 160 Fuss hoch wird, also einer der höchsten Bäume in der ganzen Familie ist und doch bis zu den Grenzen des Hochwalds (5400 bis 9000 Fuss) zwischen Eichen und Wallnussbäumen ansteigt¹⁸⁾. Auch Farnbäume giebt es noch in der Cinchonregion¹⁹⁾, sowie Bromeliaceen und epiphytische Orchideen: doch scheinen die letzteren in einem tieferen Niveau aufzuhören, als in Mexiko, wo der den Nebel verdichtende Hochwald über 3000 Fuss weiter reicht, als am Aequator. Die Bambusengebüsche endlich sind am Aequator in einem höheren Niveau, als irgendwo sonst, nachgewiesen (bis 14100 Fuss), wie im Folgenden noch näher zu erörtern ist.

Vegetationsformationen und Regionen. Die Regionen, welche Humboldt in seinem Naturgemälde der äquatorialen Anden (zwischen 10° nördlicher und südlicher Breite) unterschied, müssen mit denen verglichen werden, welche man später in den südlicheren Gebirgslandschaften von Peru und Bolivien antraf, um den Fortschritt zu erkennen, der seit jener schöpferischen Arbeit in unserer Kenntniss eingetreten ist. Eine Uebersicht der wichtigsten Messungen, von denen die aus den äquatorialen Anden ohne Quelle angeführten sämmtlich von Humboldt¹³⁾ herrühren, ergiebt Folgendes:

Aequatoriale Anden (10° N. B. bis 10° S. B.)

[Tropische Region. 0'—4900'.

Region der Palmen und des Pisang — 3100'.

Region der Farnbäume. 1200'—4900'.]

Gemässigte Region. 4900'—10200' (13100').

Region des Hochwalds am Aequator — 8300'.

Region der Eiche in Neu-Granada. 5200'—9200'.

Cinchonregion am Aequator. 6100'—7700' [lokale Standorte von Cinchonen 3700'—10000']¹²⁾.

Region des Buschwaldes am Aequator, d. i. subalpiner Gesträuche (*Barnadesia*, *Escallonia*, *Drimys*) mit zwerghaften Bäumen. 8300'—10200'.

Synanthereenbäume am Pichincha — 12600'.

Gürtel von Zwergbäumen (*Polylepis*) am Chimborazo. 12200' bis 13100' ²⁾.

Alpine Region. 10200'—14780' (Schneegrenze).

Region alpiner Sträucher (*Chuquiraga*) — 12800' (am Pichincha — 13300' ²⁾).

Bambusengesträuch (*Chusquea*) — 14100'.

Region alpiner Stauden (*Culcitium*) am Pichincha — 14900' ²⁾.

Nackte Region (Humboldt's Lichenenregion). 14200'—14780'.

Peruanisch-bolivische Anden [10^o—20^o S. B. ^{1 2)}].

Westabhang und Hochland (ohne Wald).

Küstenregion (tropische Kulturgewächse). 0'—3750'.

Regenlose Region der Garuas — 1400'.

Region des Winterregens. 1400'—3750'.

Sierra (europäische Cerealien: Sommerregen).

Westliche Sierra. 3750'—10800'.

Westseite der östlichen Kordillere (östliche Sierra). 7500'—10200'.

Alpine Region. 10800'—16200' [Schneegrenze ²⁾]; lokal 17380' ¹⁾.

Region alpiner Sträucher (*Chuquiraga*, *Baccharis*) — 13100' [*Senecio glacialis* am Sorata — 15400' ^{2 3)}].

Hochebene zwischen beiden Kordilleren (Punaregion). 10200' bis 13100'.

Ostabhang der östlichen Kordillere.

[Tropische Region (Montaña). 950'—4700'.]

Kulturgewächse des Pisang, Zuckerrohr und der Coca — 6250' ^{2 3)}.

Gemässigte Region. 4700'—10200'.

Region der Cinchonen (Ceja de la Montaña). 4700'—7500'.

Baumgrenze am Sorata aus *Alnus* und *Escallonia*, 8700' ^{2 3)}.

Region der Ericaceen. 7500'—10200'.

Alpine Region. 10200' bis Schneegrenze.

Aus der Vergleichung der Regionen mit denen Mexikos erhellt, dass der Einfluss der geographischen Breite auf die Temperatur im Verhältniss zu andern ihr Niveau bestimmenden Bedingungen von verschwindender Bedeutung ist. Dies kann man nach den Temperaturbeobachtungen selbst auch nicht einmal anders erwarten. Die Schneegrenze liegt am Aequator nur etwa 800 Fuss höher, als in der Nähe des nördlichen Wendekreises. In Peru dagegen und Bolivien, wo die Wärme und Dürre des Plateauklimas in gleichem Sinne elevirend auf sie einwirken, hebt sie sich zuweilen 2500 Fuss höher, als in Quito. Stets entspricht sie der Linie, wo der jährliche Schneefall mit der Auflösung des Schnees in Tropfen oder Dampf

in Gleichgewichte stehen: von der Trockenheit der Luft ist ihre Lage daher ebenso abhängig, als von der Wärme. Alle Unterschiede ihres Niveaus, welche diesseits und jenseits des Aequators auf den tropischen Anden bestehen, können als eine Folge der ungleichen plastischen Gestalt des Gebirgs betrachtet werden.

Die Schneelinie pflegt mit den Vegetationsgrenzen in einem gewissen Verhältniss zu stehen: die Abweichungen, welche wir in höheren Breiten fanden, konnten aus den physiologischen Bedingungen des Pflanzenlebens abgeleitet werden. Auf den tropischen Anden bietet die Baumgrenze ein verwickeltes Problem, welches an ähnliche Verhältnisse in Ostindien erinnert, ohne doch, wie dort, unmittelbar aus der verschiedenen Bildung der Gebirge in der Nähe des Aequators und Wendekreises erklärt werden zu können. Wie auf dem Himalaja die asiatischen Baumgrenzen bei Weitem höher liegen, als in Java, so steigt auch der mexikanische Hochwald 4000 Fuss höher, als in Quito am Aequator und bleibt auch an denjenigen Abhängen der südamerikanischen Anden, die aus den Passatwinden kräftig befeuchtet werden, überall weit unter den mexikanischen Werthen zurück. Nicht der ungeeignete Boden vulkanischer Gerölle, wie in Java, nicht Mangel an Wärme oder Feuchtigkeit kann der Depression der Wälder zu Grunde liegen, die in dem ganzen Zuge der Kordilleren von Neu-Granada bis Bolivien sich gleich bleibt, mag die Oberfläche des Gebirgs aus Laven oder krystallinischen Gesteinen bestehen, mag dasselbe schmal oder plateauartig erweitert, mag es feucht oder dürr sein. Dass hier noch weniger, als in Mexiko, ein mittlerer klimatischer Grenzwerth des Baumlebens erreicht werde, scheint daraus hervorzugehen, dass einzelne, wenn auch nur zwerghaft wachsende Arten von Bäumen, weit oberhalb des Hochwalds gefunden werden, am Chimborazo, wie am Orizaba in Mexiko. Aber warum bleiben die Stämme dieser Bäume klein, wenn nicht aus klimatischen Ursachen? Die Anhäufung der höchsten Vulkankegel der Erde und anderer Bergkolosse, von denen viele sich weit über die Schneegrenze, an 20000 Fuss und höher erheben und deren Zusammenhang bald durch nackte Hochflächen, bald durch tief eingeschnittene, warme Thalfurchen unterbrochen wird, giebt zu jenen mit beispielloser Gewaltigkeit eintretenden Erschütterungen der Atmosphäre Anlass, die eine Folge der Ausgleichungen der

Temperatur in steilen Richtungen und ihres plötzlichen Wechsels sind. Diese heftigen Stürme auf den Paramos von Quito und in der Punaregion Perus, durch welche das Leben des Reisenden bei dem Uebergang über die Hochpässe in der Dichtigkeit des Nebels und Schneegestöbers nicht selten gefährdet wird, sind ein mächtiges Hinderniss, hohen Baumwuchs zuzulassen. Wo aber doch niedrige Stämme, die weniger leicht niedergeworfen werden können, sich einzeln erhalten, da würden, wenn die Oertlichkeit sich dazu eignete, geschlossene Bestände derselben noch besser gedeihen, sie würden den Fallwinden noch leichter widerstehen können, wie die Nadelhölzer in den Alpen dem Föhn. Kein klimatisches Hinderniss scheint ihrer Ausbreitung entgegen zu wirken: in der Polylepis-Region des Chimborazo (12200 bis 13100 Fuss) nimmt Humboldt noch eine Luftwärme von mehr als 5° R. an. Aber nur da können Wälder bestehen, wo die Bäume, die sie zusammensetzen, die Fähigkeit besitzen, andere Vegetationsformen zurückzudrängen. Aus ihrem sporadischen Vorkommen wird man daher dasselbe schliessen müssen, was schon von den waldlosen Gebirgshöhen in Venezuela gesagt wurde, dass der Mangel an Bäumen eines gleichmässigen und kältern Klimas eine Eigenheit der dortigen Vegetationscentren sei und dass die wenigen Arten, welche daselbst entstanden sind, keinen besondern Trieb haben, gesellig zu wachsen, sondern den wuchernden Gesträuchen gegenüber ihren Standort nur schwer zu behaupten vermögen.

Statt hohe Bäume zu tragen, sind daher die anderswo dem Walde eingeräumten Regionen auf den äquatorialen Anden grossentheils mit Sträuchern bedeckt, denen Feuchtigkeit und Gleichmässigkeit der Temperatur den Schmuck immergrüner Belaubung gestatten und deren Formen an bestimmten Höhengrenzen sich ablösen, bis sie zuletzt, aber erst im Bereiche der alpinen Stauden, und zuweilen sogar erst in der Nähe des ewigen Schnees verschwinden. Hier werden die Rhododendren der nördlichen Breiten durch holzige Syanthereen (Mutisiaceen) und durch immergrüne Escallonien ersetzt, in beiden Fällen durch Gruppen von Gewächsen, die, für die südliche Hemisphäre in Amerika charakteristisch, auf den Kordilleren bis zu den gemässigten Breiten von Chile in mannigfaltigen Bildungen auftreten. Dieser breite Gürtel von Buschwaldung über der Region des

Hochwalds nimmt indessen auch noch gewisse tropische Vegetationsformen auf, unter denen die Bambusen (*Chusquea*) als ein Beispiel der innigen Verknüpfung zwischen den durch ihr Klima am weitesten aus einander liegenden Regionen einer genaueren Erläuterung ihres Vorkommens werth sind. Humboldt bezeichnete, wie bemerkt, den Bambusenwald als eine Hauptformation in der tropischen Region von Ecuador und Neu-Granada¹³⁾, aber eben auf den Anden diesseits des Aequators wird eine Art von Bambuseen (*Chusquea Fendleri*) auch von der Küste aus durch den ganzen Umfang der Höhen des gemässigten Klimas beobachtet (0 bis 11200 Fuss), sodass die Vegetation so verschiedener Wärmeklimate durch dieselbe verbunden erscheint. Der Unterschied der mittleren Temperaturen, denen dieses Gewächs sich fügt, kann wohl auf 15^o geschätzt werden (20^o bis 5^o R.). In noch grösseren Höhen (12200—14100 Fuss) hat dann aber Jameson²⁴⁾ auf der feuchteren, östlichen Kordillere von Quito eine besondere Art derselben Gattung von Bambusen angetroffen (*Ch. aristata*), die daselbst völlig undurchdringliche Gebütsche von Mannshöhe bildet und, beinahe die Linie des ewigen Schnees berührend, ein ausschliesslich alpines Gewächs ist. Durch diese Bambusen wird in ausgezeichneter Weise jenes Gesetz räumlicher Verwandtschaft zur Anschauung gebracht, welches Arten derselben Gattung nach den Höhenklimaten eines Gebirgs anordnet, das aber hier in der Physiognomie der Landschaft deutlicher, als irgendwo sonst, hervortritt, weil die Erscheinung in einer besonders eigenthümlichen Vegetationsform und zugleich in einer durch die Geselligkeit der Individuen durchaus abgeschlossenen Formation sich darstellt. Die Abnahme der Wärme von einer äquatorialen bis zur Temperatur der Schneelinie hat hier auf die Bambusen keinen andern bemerkbaren Einfluss, als die Höhe des Wachstums zu beschränken. Gleichmässigkeit und Feuchtigkeit aller Jahreszeiten sind die klimatischen Momente, durch welche die beiden, an so hochgelegenen Standorten auftretenden Arten verbunden werden: aber die tropische hat eine grosse, die alpine Art eine enge Temperatursphäre.

Die nackte Region, welche Humboldt auf den äquatorialen Anden über der alpinen bis zur Schneelinie unterschieden hat¹³⁾, wo die phanerogamischen Stauden aufhören und nur noch Steinlichenen vorkommen sollen, beruht, wie schon angedeutet wurde,

nicht auf klimatischen Einwirkungen. Diese Erscheinungen sind nur die Folge des unfruchtbaren, in der Nähe von Kratern aus vulkanischen Steingeröllen bestehenden Bodens. Nicht als ob die Temperatur für das Leben höher organisirter Gewächse zu niedrig wäre, kann das Klima höchstens dadurch nachtheilig werden, dass die Schneemassen sich periodisch anhäufen. An passenden Oertlichkeiten breitet sich daher der Blüthenschmuck der alpinen Stauden auch bis zum ewigen Schnee aus und bis fast unmittelbar zum Rande desselben beobachtete Weddell²⁵⁾ auf dem Pass des Sorata in Bolivien (bei 15400 Fuss) sogar einen kleinen Synanthereenstrauch (*Senecio glacialis*), derselben Gattung angehörig, die auch am Orizaba in Mexiko eins der am höchsten ansteigenden Holzgewächse enthält²⁶⁾.

In Peru und Bolivien werden die Regionen zwar, wie in Mexiko, durch bestimmte Namen unterschieden, welche den Naturcharakter der einzelnen Landschaften bezeichnen sollen, aber an der westlichen Abdachung sind die Grenzen wenig erkennbar, weil der Blick auf die weiten und überall nackten Abhänge und Hochebenen fast nirgends an bedeutenden oder geselligen Vegetationsformen haftet. Der sandige Küstenstreif (*Arenal de la costa*, 0 bis 3750 Fuss) erscheint, wo er nicht bewässert ist, in den trockensten, wolkenlosen Jahreszeiten gänzlich wüst und pflanzenlos. Wenn aber im Winter die Garuas eintreten, bedeckt er sich zauberhaft schnell mit Blumen und dem Grün ihrer Blattorgane, mit einer Vegetation von kurzer Dauer, die, nachdem die Nebel aufgehört, bald wieder spurlos verschwindet²⁷⁾. Oder wo der Boden aus Kies besteht, sieht man nur vereinzelt die Gruppen von Saftgewächsen und niedrigem Dorngebüsch²⁸⁾: eine abschreckende Unfruchtbarkeit, wo der unorganische Boden sein einförmiges Kolorit ausbreitet, lässt ihnen wenig Raum übrig. Wo dann mit steigender Erhebung des Landes die Winterregen eintreten, vermehren sich die Geröllablagerungen, die grössere Feuchtigkeit muss ohne Wirkung bleiben. Nur in den durch die Küstenflüsse bewässerten Thälern besitzt auch die peruanische Wüste ihre Oasen, ihre tropischen Baumformen¹⁵⁾ und tropischen Kulturgewächse. Hier ist der Boden, dessen Anbau durch Irrigationen befördert wird, von hoher Fruchtbarkeit. Das Zuckerrohr gedeiht vortreflich (bis 3100 Fuss), und tropische Fruchtbäume, die Cherimolia

(*Anona Cherimolia*) und der Pisang reichen noch in die folgende Region (bis 5600 Fuss).

Die Abhänge der westlichen Sierra (*Sierra occidental*, 3750 bis 10500 Fuss), wo die Niederschläge des Sommers beginnen, haben vor der Küstenregion keinen Vorzug. Die Luft ist zu trocken, die nächtliche Abkühlung sehr beträchtlich. Die im untern Theile sanft geneigte, nach oben steile und durch enge Thäler gespaltene Kordillere ⁶⁾ ist mit kahlen Geröllen bedeckt. Poeppig ^{2b)} fand auf dem Wege von Lima nach Pasco in ihrem Bereich nur eine Steinwüste: Cacteen und einige Bromeliaceen (*Tillandsia*) sind ihre sporadischen Erzeugnisse, Sträucher mit schöngefärbten Blumen der Schmuck der felsigen Flussufer. Die wenigen Bäume sind seltene Erscheinungen ¹⁵⁾; selbst in den Thälern verdrängt oft die Uferweide ^{2b)}, die alle Klimate des tropischen Amerikas erträgt, den sonstigen Holzwuchs. Unter den Kulturgewächsen nimmt, falls überhaupt ein Anbau möglich ist, neben den europäischen Cerealien die Luzerne oder Alfalfa (*Medicago sativa*), wie in Chile, eine bedeutende Stelle ein, als ein Futtergewächs, das in den westlichen Andenthälern zu auffallender Grösse heranwächst.

Die alpine Region beider Kordilleren und die zwischen ihnen eingeschlossene Puna-Region, die Hochebene Perus und Boliviens, kann man recht wohl als demselben Naturcharakter angehörig zusammenfassen (10200 bis 16200 Fuss). Spärlich bewachsene Flächen wechseln mit Sümpfen, Seen und Alpenbächen und werden auf der Kordillere zu wilden Gebirgslandschaften mit steilen Felsgehängen, die von ewigem Schnee und Gletschern umgrenzt sind ⁶⁾. Den Charakter der Puna-Region ³⁰⁾ bestimmt die Formation des Ichu-Grases (S. 433), welches steife, meist kreisförmig wachsende, ein bis anderthalb Fuss messende Büschel bildet, die fast immer in der Richtung des herrschenden Windes versandet sind und den grössten Theil des Jahrs hindurch durch den Verlust der grünen Färbung »wie angebrannt aussehen«. Neben dieser Stipacee und kleinen kantigen Cacteen (*Echinocactus*) enthält diese Formation einige Synanthereen (*Baccharis*), Umbelliferen (*Azorella*), Verbenaceen, Gentianeen und Valerianeen. Die rasenförmig geordneten Stauden und Gräser wechseln mit vereinzelt Sträuchern niedrigen, dünnen Wachstums. Das Ichu-Gras (*Stipa Ichu*) und der Tola (*Baccharis Tola*) sind in der

ganzen Puna Boliviens die häufigsten und am weitesten verbreiteten Gewächse: der Tola-Strauch bewohnt auf den Anden Südamerikas einen unermesslichen Raum bis zu den Gebirgen der Plata-Staaten und die sogenannte Sumpfbalsam-Staude, eine in Halbkugeln ihren Rasen gestaltende und dicht in winzige Blattschuppen eingehüllte Umbellifere (*Azorella* s. *Bolax glebaria*) erstreckt ihren Wohnbezirk bis zum Feuerlande und zu den Falklands-Inseln. Fast alle geselligen Pflanzen dieser Region sind ohne Nahrungswerth, das Ichu-Gras so wenig, wie die Thyrsa der russischen Steppe, mit welcher es zur gleichen Gramineen-Gattung gehört und das Wachsthum in abgesonderten Rasenbüscheln gemein hat. Nur durch die Bäche, die an ihrem Ufern einige bessere Grasplätze hervorrufen, aber nach kurzem Laufe im Sande zu versiegen pflegen, wird die breite Gebirgssteppe mit Lastthieren überschreitbar. Auch kommen kleinere Oasen vor, wozu auch die mit dem geselligen Tola-Strauch bewachsenen zu zählen sind, aber nach Tschudi's Schätzung nehmen dieselben in der Wüste Atacama nur etwa den fünfundzwanzigsten Theil der Oberfläche ein.

In die öde Puna-Region schneidet, von Osten her die Kordillere durchbrechend, die östliche Sierra¹⁴⁾ (*Sierra oriental*, 7500 bis 10200 Fuss) ein, die, aus weiten, offenen Flussthalern, den bevölkertersten Perus, bestehend, durch felsige Abhänge von der Hochebene abgesondert wird. Sie gleicht der westlichen Sierra in ihren Erzeugnissen und hat ein ähnliches Klima, aber eine regelmässigeren Regenzeit im Sommer, die vom Oktober bis Februar anhält. Die Abhänge sind jedoch auch hier waldentblösst, nur ist der Baumwuchs¹⁵⁾ weniger selten, die Flussufer werden gewöhnlich von 20 Fuss hohen Gehölzen der Uferweide umsäumt. Auch diese Region erzeugt an Cacteen einen Ueberfluss, und ebenso von Dornsträuchern, die zum Theil ganz blattlos sind (*Colletia*). Mais wird gebaut neben den Pflanzungen europäischer Obstbäume, aber in heissen, windgeschützten Thalschluchten gedeihen auch die Früchte Südeuropas, der Pflirsich zuweilen noch im Niveau von 10000 Fuss. Nach abwärts geht in den Thälern die Sierra unmittelbar in die Waldregionen über, von denen sie übrigens durch den alpinen Kamm der östlichen Kordillere getrennt ist.

Die Cinchonon-Region Perus (*Ceja de la montaña*, 4700 bis

7500 Fuss) ist als einziger Waldgürtel des gemässigten Höhenklimas von den mit Ericceensträuchern bewachsenen, alpinen Abhängen der östlichen Kordillere zwar bestimmt abge sondert, aber doch wird auch hier die Baumgrenze durch den allmäligen Wechsel der Formen und durch verminderte Höhe der Stämme verwischt. Niedrige, moosbedeckte Bäume beginnen im Gesträuch schon bei 9000 Fuss sich zu zeigen, sie nehmen, je weiter man hinabsteigt, an Grösse und Stärke zu; zugleich treten am obern Saume des Waldes die Thibaudien an die Stelle der kleineren Vaccinien und anderer Ericceen der alpinen Region. Die Ceja besteht aus schroffen Thälern zwischen schmalen, bewaldeten Berggrücken: diese Gliederung der Oberfläche befördert den Austausch der Arten und bedingt nebst dem Wechsel von Fels und Humus das höhere oder niedrigere Wachstum der Holzgewächse. Aber auch das Klima kommt hierbei in Betracht, sofern es zwar den Baumwuchs nicht hindert, aber doch die Höhe der Stämme zu beeinträchtigen scheint, die in einer wärmeren Luft sich energischer in die Länge zu strecken pflegen, in kälteren Klimaten hingegen die besser geschützten Seitenknospen reichlicher entwickeln und zu schattenden Zweigen ausbilden. In beiden Regionen, der des Cinchonwalds und der Ericceensträucher, ist die Wirkung der Sonnenstrahlen gehindert, es ist der Schauplatz der stärksten Verdichtung der Passatdämpfe. So wird das Klima nasskalt und rauh, weil der Himmel stets umwölkt ist und die Mittagssonne nicht eindringt. Ohne Unterschied der Jahreszeit bilden sich des Abends dichte Nebel, die während der Nacht über dem Walde ruhen und die der Wind den Tag über vor sich hertreibt. Diese Nebel steigen abwärts bis 6000 Fuss und lösen sich oft in gewaltigen Regengüssen. Cerealien können in einer Region, der die direkte Sonnenwärme abgeht, nicht gebaut werden: nur die Kartoffel gedeiht, wie im ähnlichen Klima von Chiloe.

Der Cinchonwald trägt, entsprechend seiner intensiven Befechtung, noch den tropischen Charakter dichten Wachstums²⁸⁾ und gemischter Baumarten. Die niedrigen Stämme, oft wie Krummholz gebogen oder durch Luftwurzeln gestützt, verwirren sich zu undurchdringlichen Massen; sie sind von Lianen umwunden, ihre Aeste mit epiphytischen Orchideen und Bromeliaceen geschmückt, wie in der heissen Region, aber von Palmen wird doch nur die eine Art er-

wähnt, von der schon die Rede war (*Oreodoxa frigida*): und sie fehlten ganz in den Cinchonewäldern, die Poeppig auf der Reise nach Maynas untersuchte. Ueberhaupt sind nur ähnliche Arten von Bäumen gemischt, nicht aber in gleichem Grade die Baumformen. Die Bäume, welche aus der peruanischen Ceja genannt werden¹³⁾, sind fast sämmtlich immergrüne Vertreter der Lorbeerform aus dem Verwandtschaftskreise der Cinchonon (z. B. *Buena*): von andern Formen sind die Farnbäume bemerkenswerth. Wenn man zur heissen Region hinabsteigt, ist der Uebergang zum palmenreichen Tropenlande ein allmäliger: noch innerhalb der Cinchononregion erscheinen die brasilianischen Cecropien, die Guttiferen (*Clusia*), die Melastomaceen werden zahlreicher und die Scitamineen (*Amomum*) treten auf. Von tropischen Kulturgewächsen bleibt der Kaffeebaum (bis 3300 Fuss) in diesen feuchten Gebirgstälern auf einem tieferen Niveau, als in Mexiko, zurück, und auch der hier so wichtige Anbau der Coca (*Erythrozyllum Coca* bis 6250 Fuss) reicht nicht bis zur obern Grenze der Cinchonon. Aber man kann zweifeln, ob die klimatischen Höhengrenzen der tropischen Kulturen auch erreicht werden, wo ihr Absatz so beschränkt und durch die unwegsamn Andenpässe von dem überseeischen Austausch des Welthandels beinahe ausgeschlossen ist, so dass es nur verlohnt, aus den von Fruchtbarkeit strotzenden Thälern die Chinarinden und die Coca hintüberzuführen, beides Erzeugnisse, die durch ihre specifischen Wirkungen auf das Nervensystem so räthselhaft und unersetzlich sind. In der Entwicklung der natürlichen Hülfquellen hätten Ecuador und Neu-Granada vor Peru und Bolivien grosse Vorzüge, wenn die Strasse über den Magdalena-strom nicht gleichfalls durch die Länge des Wegs und die Unzugänglichkeit der Urwälder ähnliche Hindernisse darböte.

Eben diese abgeschlossene Lage der Cinchononregion hat den vorzüglichsten Anlass gegeben, die Kultur von Bäumen, deren Heilkräfte so unschätzbar sind, in andern Tropenländern zu versuchen. Das Ergebniss lässt sich jetzt bereits mit der Ausbreitung der Kartoffel aus ebenso entlegenen Gegenden Südamerikas zusammenstellen. Die Anpflanzungen von Cinchonon sind unter ähnlichen klimatischen Bedingungen auf den Nielgherries in Ostindien, aber auch in geringerer Meereshöhe auf Java, sogar in Queensland, im tropischen Australien, gelungen. Hieraus ergibt sich, dass, wie bei der Kartoffel,

die klimatische Sphäre dieser Gewächse weit über dasjenige Mass hinausgeht, welches im Wohngebiete ihrer Heimath ihnen zu Theil wird, dass sie sowohl auf hohen Gebirgen, wie im Hügellande, in einer feuchten Luft, deren Wolken die Sonnenstrahlen abhalten, wie in trockeneren Gegenden fortkommen. Wenn sie auf den Anden demohngeachtet auf eine schmale Höhenzone beschränkt bleiben, so ist dies daraus zu erklären, dass sie von den Centren aus, wo sie entstanden waren, weder die Kordilleren übersteigen, noch abwärts in die Urwälder eindringen konnten, die, mit stärkeren Vegetationskräften ausgestattet, den Boden in der heissen Region einnahmen.

Vegetationscentren. Die Verbindung der tropischen Andenflora mit der chilenischen bezieht sich zunächst auf solche Pflanzen, die längs der pacifischen Abdachung diesseits und jenseits des südlichen Wendekreises verbreitet sind und von denen die Erzeugnisse des Litorals durch den Humboldtstrom leicht übertragen werden konnten. Allein dieser Gesichtspunkt erweitert sich im Hinblick auf die obern Regionen, wo eine Reihe von Arten von den äquatorialen und peruanischen Anden bis zu hohen antarktischen Breiten sich verfolgen lässt³¹⁾. Auf den tropischen Gebirgen Mexikos fanden wir, auch wenn die alpinen Gattungen mit den arktischen dieselben waren, doch vielleicht in keinem Falle eine vollständige Identität der Arten mit denen des nordischen Tieflands. Dies ist vielmehr eine nur auf den südamerikanischen Anden zu beobachtende Erscheinung, wo zwei Doldenpflanzen und eine Saxifrage von den höchsten Regionen in Ecuador und Peru bis zur Magellanstrasse längs ihrer Hebungslinie allmählig zu tieferen Niveaus bis zum antarktischen Meeresstrande hinabsteigen und bei einigen andern Gebirgspflanzen sich ähnliche geographische Thatsachen wiederholen. Dieses abweichende Verhalten von Gewächsen kalter Klimate diesseits und jenseits des Aequators findet darin seine Erklärung, dass in der südlichen Hemisphäre das Festland auf den höhern Breiten so sehr gegen die Weite des Meers zurücksteht und daher hier das gleichmässiger Secklima sich ähnlich entwickelt, wie die gleichmässige Temperatur tropischer Gebirge. Aber nur in Amerika, dem am weitesten nach Süden hinausgestreckten Festlande, besteht ein solcher Zusammenhang zwischen den Erzeugnissen der antarktischen Flora und den alpinen Regionen der Tropen, der in den verwandten Arten beider Floren

noch bei Weitem allgemeiner ausgeprägt ist ³²⁾ und bei den identischen durch den vom Isthmus bis zur Magellanstrasse ununterbrochenen Zusammenhang der Andenkette gefördert wird.

Diesen doch immer nur seltenen Wanderungen, durch welche die fernsten Gegenden verknüpft werden, steht der weit überwiegende Endemismus der tropischen Anden Südamerikas gegenüber, der wegen der Dürftigkeit der Flora an der pacifischen Abdachung weniger bemerkbar ist, als auf der östlichen, in der alpinen Region aber am stärksten hervortritt. Die Zahl der alpinen Gattungen ist verhältnissmässig klein, aber um so charakteristischer in manchen derselben und in einzelnen Familien die grosse Anzahl der Arten ³³⁾, also die enge Verwandtschaft der Erzeugnisse. Aus den beiden grössten Gattungen von alpinen Dikotyledonen sind bereits mehr als je 50 Arten beschrieben worden (von *Senecio* 83, von *Gentiana* 57). Die meisten Stauden scheinen auf bestimmte Gegenden beschränkt zu sein, viele Arten sind nur auf einzelnen Gebirgsgruppen und Gipfeln bemerkt wurden. Je gleichartiger die Anden in ihrem Bau erscheinen und viele Breitengrade hindurch unzählige Schneeberge, Hochflächen und Thaleinstürze immer wieder auf's Neue einander folgen, desto ähnlicher sind auch die endemischen Erzeugnisse ihrer Vegetation, ohne dass der Austausch unter den Centren besonders erleichtert wäre. Es giebt wohl kein an Einzelheiten ergiebigeres Beispiel, wie die Wiederholungen gleicher oder durch unmerkliche Abstufung verbundener Lebensbedingungen von einer entsprechenden Reihenfolge verwandter, aber doch bestimmt geschiedener Organisationen begleitet werden, die unter diesem Einfluss entstanden sind. Vergleicht man ferner die alpine Flora der tropischen Anden mit der von Chile, so findet man auf's Neue eine beträchtliche Anzahl von identischen Gattungen ³⁴⁾, deren abgesonderte Arten sich diesseits und jenseits des Wendekreises vertreten und durch welche die räumliche Verwandtschaft der Vegetationscentren vom Aequator bis zum Feuerlande vermittelt wird. Seltener sind solche systematische Analogieen alpiner Gattungen (z. B. bei *Espeletia*) zwischen den Kordilleren und den Gebirgen von Venezuela, die, durch niedrigere Höhenzüge getrennt, in einem grösseren Abstände von ihnen entfernt liegen, wodurch freilich die Uebertragung durch Wanderungen nicht vollständig verhindert wurde. Durch das Meer und den Isthmus abgeschlossen,

ist nach den übrigen Richtungen der Endemismus der Andenflora im Allgemeinen dem Verhältniss ihrer klimatischen und geographischen Selbständigkeit entsprechend bewahrt geblieben, daher aber auch in den gegen das östliche Tiefland geöffneten Thälern vielfältig vermischt worden.

Den ältern, jedoch sehr unvollständigen Arbeiten über die Andenflora folgte die leider noch unvollendete, aber aus allen bisherigen Sammlungen geschöpfte Darstellung Weddell's³⁵⁾, welche sich indessen nur auf die alpine Region bezieht. Ungeachtet des grossen Umfangs einzelner Gattungen scheint die Flora im Verhältniss zu andern Gegenden Südamerikas nicht reich zu sein. Auf einem Areal, welches nach Massgabe der vier gegenwärtig zu den tropischen Anden jenseits des Isthmus gehörenden Staaten auf mehr als 60000 q. Quadratmeilen geschätzt werden kann, beträgt die Zahl der aus der alpinen Region bekannt gewordenen Arten schwerlich über 1200, von denen wohl 1000 endemisch sein mögen. In den übrigen Regionen wird man nach Ausschluss der auch in den Nachbarländern vorkommenden Pflanzen wohl nicht mehr als die doppelte Anzahl, also im Ganzen nur etwa 3000 beschriebene, endemische Arten der Andenflora annehmen dürfen. Einen hohen Grad der Selbständigkeit dieser Vegetationscentren aber beweist der Endemismus der Gattungen: ein Verzeichniss der denselben eigenthümlichen enthält über 90, die sich unter etwa 36 Familien vertheilen³⁶⁾. Wie in Mexiko, stehen darunter die Synanthereen voran: eine Mehrzahl enthalten ferner die Orchideen, Solaneen und Melastomaceen. Mehrere weichen durch ihren Bau von den Familien ab, denen sie zunächst stehen (*Malesherbia* von den Passifloren, die Calycereen von den Synanthereen, *Columellia* von den Scrophularineen, *Bougueria* von den Plantagineen); einige zeichnen sich durch abweichenden Habitus aus (z. B. durch grosse Blumen und durch ihren Holzstamm die Polemoniacee *Cantua*, durch schuppenförmige, gedrängte Belaubung die Scrophularinee *Aragoa*).

Ueber die Reihe der vorherrschenden Familien, die nach den Regionen abzusondern sein würde, sind bis jetzt nur wenige Andeutungen möglich: bei Weitem die grösste Familie der alpinen Region ist, wie im Hochlande Mexikos, die der Synanthereen, die aber dort grösstentheils aus Corymbiferen, hier beinahe zur Hälfte aus Labiati-

floren (Mutisiaceen und Nassauviaceen) besteht: in Humboldt's Sammlung aus Ecuador³⁷⁾ beträgt die Anzahl der Synanthereen 22 Procent der Gesamtsumme. Hierauf folgen nach Massgabe von Weddell's Uebersicht der alpinen Andengewächse und Jameson's Angaben über Quito die Scrophularineen, Gentianeen und Gramineen, sodann die Rosaceen, Leguminosen und Valerianeen. In der übrigens beschränkten Sammlung Humboldt's aus der Cinchonenregion von Neu-Granada³⁸⁾ sind bereits tropische Familien, wie die Melastomaceen, von grösserem Umfang enthalten, ihre Artenzahl übertrifft die der kältern Klimate.

XXI.

Pampasgebiet.

Klima. Pampas werden die baumlosen Ebenen genannt, welche sich von den chilenischen Anden bis zum atlantischen Meere erstrecken. Im Lande selbst versteht man unter dieser Bezeichnung ein mit Gräsern bewachsenes Weideland, von dem alle Holzgewächse ausgeschlossen sind. Für das Verständniss seines Naturecharakters ist es jedoch passend, den Begriff der Pampas zu erweitern und das ganze Steppengebiet zusammenzufassen, welches von den Grenzen Brasiliens, wo die regelmässigen Regenzeiten der tropischen Zone aufhören, über die Platastaaten und Patagonien bis zur Magellanstrasse sich ausdehnt. Wie das Klima von Chile mit dem von Kalifornien verglichen werden kann, so sehen wir auch die Bildungen der nordamerikanischen Prairien unter entsprechenden Breiten im südlichen Kontinent wiederholt, aber mit dem Unterschiede, dass hier der Steppenboden überall bis zum Meere reicht und die Waldgebiete fehlen, durch welche die so viel reichere Entwicklung Amerikas in der nördlichen Hemisphäre begründet wird. Den Grasebenen am Missouri entsprechen die eigentlichen Pampas, den Chaparals oder Mezquite-Gebüsch von Texas und Neu-Mexiko die Gesträuche und lichten Gehölze, welche in den dem Wendekreis näher gelegenen Provinzen der Plata-Länder auftreten. Und auch in klimatischer Beziehung ist die Lage der östlichen Prairien und der Pampas in sofern übereinstimmend, dass sie beide als ein Tiefland westwärts in ihrer ganzen Ausdehnung von hohen Gebirgsketten begrenzt werden, durch welche den in diesen Breiten herrschenden Aequatorialwinden der Wasserdampf entzogen wird. Eine genauere Vergleichung

des Klimas aber lässt uns tiefer liegende Verschiedenheiten erkennen, und giebt auch einigen, jedoch nicht völlig genügenden Aufschluss darüber, dass den Pampas-Ebenen am atlantischen Meere nirgends jene fruchtbaren Wälder zu Theil geworden sind, die den pacifischen Abhang der Anden in den höheren Breiten, gerade wie am Oregon, bedecken, ohne doch nur den östlichen Ausgang der Magellanstrasse zu erreichen.

Was zuerst die Temperatur betrifft, so unterscheidet sich das Pampasgebiet von den Prairiesen durch die Kurve des Seeklimas¹⁾, nirgends wird die Vegetationsperiode durch die Kälte und Schneedecke des Winters, wie am Missouri, unterbrochen. Wenn auch im Innern des Kontinents, am Fusse der Anden bei Mendoza, der Unterschied der Jahreszeiten grösser ist, als an der Küste, so bleibt doch auch hier der Schnee nicht liegen. Nach Süden verschmälert sich der Kontinent, wie eine Landzunge, während derselbe in unserer Hemisphäre sich nach dem Polarkreise zu erweitert. So muss, wie in der ganzen südlichen gemässigten Zone, auch hier allgemein ein Seeklima herrschen. Von Norden nach Süden hat das Pampasgebiet ungefähr eine gleiche Ausdehnung, wie die Prairiesen, aber in beiden Fällen ist die mit der wachsenden Breite verringerte Mittelwärme auf die Physiognomie der Landschaft von geringem Einfluss.

Nicht aus der Dauer der Vegetationszeit, wie in den Prairiesen, kann die Waldlosigkeit in dem Seeklima der Pampas erklärt werden. Näher zu prüfen ist nun in dieser Beziehung, welche Bedeutung dem Mangel an jenen regelmässig eintretenden Regenwinden zukomme, die den Frühling in den Steppen der nördlichen Hemisphäre beleben. Die Masse des Niederschlags ist in Uruguay und überhaupt in den Küstengegenden sehr beträchtlich²⁾, zu Montevideo beträgt sie 40 Zoll, also ebenso viel, wie in dem Waldgebiete Nordamerikas³⁾; mit dem Abstände vom Meere nimmt sie allmähig ab, bis sie am Fusse der Anden, zu Mendoza, etwa auf 8 Zoll herabsinkt. Hier ist die Luft an der Ostseite der Kordillere ebenso trocken, wie im nördlichen Chile, ihre Abhänge sind kahl, während die dem Meere näher gelegenen Gebirgsketten von Tucuman und Cordova wenigstens im untern Theil von einem Waldgürtel umsäumt werden. Und hiebei ist merkwürdig, dass die Ebenen selbst sich gerade entgegengesetzt verhalten, dass die dürreren Landschaften im Inneren grossentheils mit Strüchern

und lichten Gehölzen bekleidet sind, hingegen da, wo der Ertrag der Niederschläge sich mehrt, die Pampas nur Graswuchs erzeugen und alle Holzgewächse fehlen. Aber nicht die Masse des Regens, sondern die Vertheilung desselben und die Art und Weise der Bewässerung ist hier das Entscheidende. Es wird übereinstimmend bezeugt, dass die meisten Niederschläge in der Form von plötzlichen Gewittergüssen erfolgen und zu anderen Zeiten die Luft ungemein trocken ist. Auf diesen weiten, mit Gras bewachsenen Ebenen entzieht die nächtliche Abkühlung eines unbewölkten Himmels der Atmosphäre die Feuchtigkeit, reichliche Thaubildungen werden stets beobachtet¹⁾. Je weiter der Seewind, der den Wasserdampf des atlantischen Meers mit sich führt, in das Innere fortschreitet, desto weniger Feuchtigkeit ist übrig geblieben, weil sie durch den Thau und durch die Entladung von Gewitterwolken beständig vermindert wird. Dazu kommt die Unregelmässigkeit in dem Wechsel der beiden herrschenden Luftströmungen, und dass diejenigen, welche aus der Wüste Atacama und von den Anden kommen, die häufigsten sind, wie aus der nach Norden schroffer abfallenden Gestalt der Sanddünen⁴⁾ in den Pampas hervorgeht. Es kommen daher auch lange Perioden der Dürre vor, der Gewitterregen kann ganze Jahre hindurch ausbleiben²⁾ und die Viehzucht erleidet zuweilen durch unterdrückten Graswuchs die grössten Verluste. Aber mit seinen ausdauernden Organen widersteht auch der Grasrasen dem regellosen Wechsel von Feuchtigkeit und Dürre, er erholt sich und gedeiht freudig, wenn die Regengüsse wieder eintreten. Die Holzgewächse bedürfen einer anderen, einer gesicherten Zone der Bewässerung, sie müssen, so lange ihr Laub in Thätigkeit ist, einen stetigen Zufluss aus dem Boden erhalten, und dieser kann bei Sträuchern, im Ganzen betrachtet, geringer sein, als zum Wachsthum der Gräser dienlich ist, wenn er nur während der Vegetationsperiode nicht ausbleibt.

Auch das Relief der Oberfläche ist für die Bewässerung der Holzgewächse und Gräser von Bedeutung. Die Pampas bilden von der Küste bis zu den Anden zwar, wie die östlichen Prairien eine schiefe Ebene, aber sie ist schwächer geneigt, als dort, und ihr Bau weniger regelmässig, wenn sie auch ebenso unbegrenzt dem Auge sich darstellt. Burmeister bestimmte die Höhe von Mendoza zu

2350 Fuss, und zeigte, dass dieser westliche Theil der Pampas eine für sich bestehende, flache Mulde ist⁵⁾, deren Flüsse das atlantische Meer nicht erreichen können. Die Neigungen des Bodens sind indessen so schwach, dass sie nur durch Höhenmessungen in weiten Entfernungen nachgewiesen werden können. Ueber die Waldlosigkeit der Pampas nun machte Darwin⁶⁾ die Bemerkung, dass Bäume in so ausgedehnten Flachländern schwer gedeihen, weil die Winde ungehemmt darüber hinwehen und weil die Art der Bewässerung ihnen nicht zusage. Wenn es nicht regnet, trocknet der offene Boden in der Sonne zu einer harten, undurchdringlichen Masse zusammen, und das Wasser der Gewittergüsse gleitet nach Moussy's Beobachtung⁴⁾ auf der geneigten Ebene der Pampas oberflächlich hinab, ohne bis zu den tieferen Wurzeln einzudringen. Allein Darwin hielt selbst solche Erklärungen nicht für befriedigend: denn Uruguay sei von Höhenzügen erfüllt und doch ebenso baumlos, wie die Pampas. Dennoch kann man wohl behaupten, dass bewaldete Ebenen, um ihre Bäume zu tränken, mehr Regen bedürfen, als offene Grasstoppen. Auch empfangen sie denselben unter dem Schutz gegen die Sonne, den der Wald sich selbst gewährt, in einer angemessenen Vertheilung während längerer Zeiträume. Das Waldgebiet der vereinigten Staaten erhält seinen Wasserdampf und seine Regenwolken von drei Seiten, von Osten, von Süden und von den kanadischen Seen, die Pampas nur bei der Windesrichtung vom atlantischen Meer.

Der Zeitpunkt, in welchem die Niederschläge in den Pampas am häufigsten sind, ist für die Gräser, die, so oft sie befeuchtet werden, ihr Wachsthum wieder aufnehmen, gleichgültig, nicht aber für die Holzgewächse, die in der Reihenfolge ihrer jährlich wiederkehrenden organischen Arbeit an eine strengere Periodicität gebunden sind. Nun zeigen sich in dieser Beziehung bemerkenswerthe Verschiedenheiten, in einigen Gegenden vertheilen sich die Niederschläge über alle Jahreszeiten, Mendoza und Montevideo verhalten sich entgegengesetzt. Obgleich in der Breite von Mendoza das Klima an beiden Seiten der Anden dürr ist, so fallen doch in Chile, welches unter dem unmittelbaren Einflusse der Wüste Atacama steht, die Niederschläge im Winter, der in Mendoza regenfrei ist. Hier erfolgen sie vorzugsweise im Sommer²⁾ in der heissesten Jahreszeit, wo

die durch die Erhitzung aufsteigenden Luftströme mit der allgemeinen Bewegung der Atmosphäre am leichtesten in jene Wechselwirkung treten, die zu der plötzlichen Anhäufung von Gewitterwolken den Anlass giebt. Dies ist für den Baumwuchs vortheilhafter, als der trockene oder selbst ganz regenlose Sommer der Grassteppen am atlantischen Meere, der in diesen Breiten als das normale, durch das Ausweichen des Passatwindes nach Süden bedingte Verhältniss betrachtet werden kann. In Uruguay fällt, wie in den Prairiesen, die Blüthezeit der meisten Gewächse in den Frühling⁷⁾, im Sommer verdorrt der Rasen in den Sonnenstrahlen. Im Flachlande von Buenos Ayres ist der Südostwind im Sommer ein trockener Passat, im Winter bringt er Regen⁸⁾, weil dann das Festland kälter, im ersteren Falle wärmer ist, als das Meer.

Aus allen diesen Thatsachen scheint sich demnach zu ergeben, dass die spärliche Vertheilung der Holzgewächse oder ihr gänzlicher Mangel in den Pampas von einer Reihe von Eigenthümlichkeiten in der Art ihrer Bewässerung abhängig sei. Dass aber dennoch das Klima, für sich allein betrachtet, dem Leben der Bäume nicht entgegenstehe, dafür dient die Möglichkeit ihrer Anpflanzungen zum Belege, die auch da gelingen, wo fließendes Wasser nicht zu Gebote steht. In dieser Hinsicht verhalten sich die Pampas ganz verschieden von den Prairiesen und den Steppen der alten Welt. In Uruguay ist überall Baumkultur möglich; in den Pampas von Buenos Ayres wird der Pfirsich vielfach gezogen, nicht seiner Früchte wegen, sondern um Holz zu gewinnen; sogar die dürre Landschaft von Mendoza hat sich seit dem Anfang dieses Jahrhunderts durch die Pflanzungen italienischer Pappeln so umgewandelt, dass sie aus der Ferne wie eine grosse Waldung sich darstellt. Aus solchen Erfahrungen zog Darwin⁶⁾ den Schluss, dass die wahre Ursache der Waldlosigkeit der Pampas eine geologische sei und »dass zur Bekleidung dieses weiten Flächenraums keine Bäume, sondern nur holzlose Gewächse geschaffen wurden«. Eine Ansiedelung von Bäumen könne hier durch die Kultur, aber nicht auf natürlichem Wege erfolgen, weil das einzige benachbarte Waldland ein tropisches Klima habe, ohne welches die daselbst einheimischen Gewächse nicht bestehen können. Spät sind die Pampas, nach ihrem geologischen Bau zu urtheilen, aus dem Meere hervortauchend dem älteren Festlande hinzugefügt, zu

einer Zeit, als die Kraft, neue Organismen zu schaffen, schwach war. Die einheimische Flora und die Fauna blieben arm, aber nirgends haben fremde, europäische Gewächse sich in solchem Umfange und mit solcher Leichtigkeit, wie hier, angesiedelt und ebenso die Hausthiere, das Pferd und das Rind, sich in gleichem Masse vervielfältigt.

Träte dereinst in den Pampas durch fortgesetzte Anpflanzungen eine allgemeinere Bewaldung ein, so würde ohne Zweifel das Klima sich ändern, es würde statt des Wechsels von Dürre und schweren Gewittergüssen eine gleichmässige Vertheilung der Niederschläge eintreten. So könnten auch die Bedingungen für den Ackerbau in einem Lande sich bessern, welches jetzt fast allein der Viehzucht dient und daher schwach bevölkert ist. Aufgebrochen ist auch jetzt schon der Boden höchst fruchtbar, nur dass seine Kultur der Irrigation bedarf, die bei dem wechselnden Wasserstande der Flüsse in wenigen Gegenden ausführbar sind. Allein es bleibt fraglich, ob ein Uebergang zum Ackerbau überhaupt wünschenswerth und ob es nicht den menschlichen Bedürfnissen erspriesslicher sei, dass neben den Getreideländern auch andere bestehen bleiben, welche die thierischen Erzeugnisse liefern und mit jenen austauschen. In der nördlichen Hemisphäre sind die Steppen an ein kontinentales Klima gebunden, sie werden von nomadisirenden Völkern bewohnt, weil die jedesmalige Weide nur kurze Zeit benutzt werden kann. Die südliche Hemisphäre allein besitzt grosse Weideländer in einem Seeklima, wo daher an demselben Orte stets hinreichendes Futter zu Gebote steht und die Viehzucht, von einer sesshaften Bevölkerung betrieben, einen viel höhern Ertrag gewährt. Unter diesen Steppen des Seeklimas nehmen die Pampas die erste Stelle ein. Das Fleisch, die Häute, die Wolle, welche hier erzeugt werden, versorgen den Weltmarkt und fallen in's Gewicht, um das Gleichgewicht zu erhalten, welches zwischen den verschiedenen Theilen der Erde bestehen muss, damit jeder dasjenige hervorbringe, wozu ihn die Natur am meisten befähigt hat.

Das Pampasgebiet scheidet sich nach seiner Vegetation in drei natürliche Zonen, in die innere, nordwestliche Chanarsteppe, die eigentlichen Pampas und in die südlichen Ebenen von Patagonien. Die Chanarsteppe beginnt im Meridian von Cordova und breitet sich

zum Fusse der Anden aus; sie ist grossentheils mit niedrigem Gebüsch bewachsen, arm an Graswuchs: Kulturoasen, wie die von Mendoza, bedürfen der Irrigation. Auch hier ist die Viehzucht die allgemeine Beschäftigung der Bewohner: aber da die Thiere leiden, wenn sie nur von den Blättern der Sträucher und des Gestrüpps ernährt werden können⁹⁾, so ist sie nur deshalb blühend, weil die Grenzen gegen den Grasboden nicht streng abgeschlossen sind und reichere Fluren, wie die von Tucuman, mit den unfruchtbaren abwechseln. In der Richtung zum Wendekreis nimmt die Chanarsteppe allmählig auch gewisse Bäume auf⁵⁾, die zu lichten Gehölzen oft von grossem Umfange sich verbinden können. Eine deutliche Waldgrenze besteht am Nordrande der Steppe nicht. Aus den bisherigen Nachrichten über die Vegetation jenseits des Parana lässt sich die Naturgrenze zwischen den Floren Brasiliens und des Pampagebiets nicht überall sicher erkennen¹⁰⁾ und es ist nicht einmal bekannt, wie weit im Innern des Kontinents die Zenithregenzeiten nach Süden reichen, welche hiefür massgebend sein würden. Von Algaroben (*Prosopis*) ist die Ebene zu beiden Seiten des Rio Salado (28° S. B.) bewaldet, sie begleiten die Chanarsteppe und gedeihen auch im tropischen Gross-Chaco bis nach Brasilien. Warum sollten nicht Bäume eines tropischen Passatklimas oder wenigstens einige von ihnen, die gegen den Wechsel der Jahreszeiten weniger empfindlich sind, in eine Steppe vorrücken, deren Klima dem Baumwuchs nicht entgegensteht? In dem feuchteren Klima der Küstenlandschaften ist dieses nicht der Fall: hier ist die Flora von Paraguay mit ihren Savanen und Urwäldern durch die tropischen Regen scharf abgeschlossen, selbst unter den Gewächsen, welche den Uferwald des Parana unterhalb Corrientes bilden, sind nur noch wenige tropische Gattungen enthalten¹¹⁾.

Wo sich am Fusse der Anden die Chanarsteppe am weitesten ausdehnt [etwa 24°—36° S. B.⁴⁾], sind ihr zugleich auch die dürrsten Gegenden des Gebiets eingeschaltet. Jenseits der äussersten Bodenschwellung, von welcher die Gewässer zum Rio de la Plata abfliessen, versiegen die Flüsse, es bilden sich Landseen und salzhaltige Niederungen (die Salinas), wo auf dem von schwefelsaurem Natron durchdrungenen Lehmboden nur wenige Halophyten aufkommen. Auch wiederholen sich hier ähnliche klimatische Verhältnisse,

wie in der nordamerikanischen Salzwüste. In die höher gelegenen Gegenden, die von der Sierra Aconquija und dem Andenplateau umschlossen werden, können nur solche Luftströmungen gelangen, welche am Gebirge ihren Wasserdampf verloren haben. Wüst, wie die jenseitige Wüste Atacama, ist daher der Campo del Arenal in Catamarca, eine grosse, mit Geröllen bedeckte Ebene, die für die Steppengewächse zu kalt und dürr ist¹²⁾.

Als reine Grasebene erstrecken sich die Pampas von Cordova und vom Rio Salado bis zu den Grenzen Patagoniens am Rio Negro (29^o—40^o S. B.). Hier ist der Boden durchaus frei von Geröllen, da diese, ein herabgeführtes Trümmergestein der Anden, mit dem erweiterten Abstände von denselben um so höher von Alluvionen überdeckt worden sind. In diesen Ebenen ist bis zum Parana nicht ein Stein von der Grösse einer Haselnuss zu finden⁹⁾, aber, obgleich das jenseitige Uruguay aus granitischem Hügelland besteht, ist die Grassteppe doch auf beiden Seiten des Stroms in derselben Weise gebildet¹¹⁾. Dies ist indessen dadurch zu erklären, dass der Granit von denselben kalkhaltigen Thonschichten bedeckt wird⁶⁾, in denen der Grasrasen der Pampas wurzelt. Also auch der Boden bestimmt den Charakter dieser Vegetation, wenn auch das feuchtere Klima der Küstenlandschaften, wie wir sahen, dem Graswuchs besser zusagt, als den Holzgewächsen.

Von andern Grassteppen unterscheidet sich dieses Weideland dadurch, dass die einheimischen Stauden viel spärlicher auftreten und nur auf einzelnen Strecken ein Blumenschmuck von Verbenen und sonstigen Kräutern den Rasen zurückdrängt. Kein einheimischer Baum, nicht das kleinste Gebüsch erhebt sich aus der Grasnarbe. Nur die Flüsse werden von Uferwald umsäumt, und auch hier sind die Bäume von geringer Grösse [am Uruguay nicht über 30 Fuss hoch⁵⁾]. Im Winter verlieren sie ihr Laub⁴⁾, wie dies auch mit den angepflanzten Bäumen und den meisten Holzgewächsen der Chanarsteppe der Fall ist. Ungeachtet des Seeklimas hat hier die Temperaturkurve einen allgemeineren Einfluss auf die Periodicität des Pflanzenlebens, als die Dürre gewisser Jahreszeiten. Unter den Ländern der südlichen gemässigten Zone scheint das Pampasgebiet das einzige zu sein, dem die immergrüne Belaubung der Holzgewächse grösstentheils versagt ist.

Während die beiden nördlichen Gliederungen der argentinischen Flora von den Nachbarländern und auch unter sich durch das Klima abgesondert werden, ist der schroffe Uebergang zur patagonischen Steppe am Rio Negro durch eine geänderte Beschaffenheit des Bodens bedingt ¹¹⁾. Es ist eine Folge der Verschmälerung des Kontinents und eines terrassenförmig abgestuften Reliefs, dass von hier aus die Kiesgerölle der Anden bis zum Meere reichen, ohne von angeschwemmtem Erdreich bedeckt zu sein. Ob die Gesträuche Patagoniens, die dem steinigen Boden vom Rio Negro bis zur Magellanstrasse entspiessen (40°—55° S. B.) und in deren Bereich immer noch einige Mimoseen eintreten ¹²⁾, mit der Chanarsteppe am Fusse der Anden in geographischer Verbindung stehen, ist noch nicht aufgeklärt. Aber dass der Kiesboden, der in der südlichen Steppe nur spärlichen Graswuchs zwischen Dorngestrüpp aufkommen lässt, im Norden keine wesentliche Bedingung für das Vorkommen der Sträucher sei, geht daraus hervor, dass die Chanargebüsche weit über die Schuttfächen von Mendoza hinübergreifen.

Wo am patagonischen Colorado und Rio Negro die Grassteppe der Pampas aufhört, beginnt sofort auf den Trümmergesteinen der Anden, unter denen der Porphyr am häufigsten ist, das zerstreute, niedrige Dorngebüsch sich zu zeigen, wie Darwin sich ausdrückt ⁶⁾, für den Fremdling zur Warnung, ein so ungastliches Land zu betreten. Von den Westwinden, die über die Kordillere kommen, beherrscht, ist die Luft in Patagonien ebenso trocken ¹³⁾, wie der Boden, der das Wasser nicht zurückhält. Zu Port Désire ⁶⁾ (47° S. B.) wird die Oede zur Wüste, wo selbst das Dorngestrüpp selten ist und das Gerölle nur einzelne Büschel eines harten, braunen Grasses ernährt. Welch' ein Unterschied, den die Anden bewirken, indem sie die Regenwinde auffangen, besteht zwischen den immergrünen Wäldern ihrer pacifischen Abdachung und einer Vegetation, die keinen Humus bilden konnte. Baumwuchs scheint in Patagonien nirgends möglich zu sein: am Nordrande, in der Nähe des Rio Negro, ist auf der unbegrenzten Ebene ein einziger, einsamer, kleiner Baum, eine Acacie, vorhanden, für die Eingebornen eine so merkwürdige Erscheinung, dass sie ihn als ein Heiligthum verehren ¹⁴⁾. Hier haben wenigstens die Flussufer noch besseren Graswuchs und höheres Weidengebüsch. Am Santa Cruz (50° S. B.) sah Darwin auch den Rand des fließenden

Wassers kaum von etwas hellerem Grün belebt. »Der Fluch der Unfruchtbarkeit liegt auf dem Lande«, sagt er, »und die Gewässer, die über ein Bett von Geröllen fliessen, theilen diesen Fluch«.

Vegetations-Formen und Formationen. Da die allgemeine Physiognomie der argentinischen Landschaften aus der bisherigen Darstellung sich bereits ergibt, so sind nun zur Vervollständigung jenes Bildes nur noch die herrschenden Bestandtheile der Vegetation nach ihrer Form und Anordnung zu beleuchten. Ein Reisender¹⁴⁾ nennt die Pampasebenen ein uferloses Meer von Gräsern, wo das Auge am Horizont keinen Ruhepunkt findet, ausser wo die Sonne aufgeht und niedersinkt. Es mag wohl keine Steppe auf der Erde geben, die auf so weiten Räumen so gleichmässig von dem reinen Grün des Rasens bekleidet wird. Selbst im Winter erschien im Süden des Salado die Ebene freudig grünend, keine Wiese »könne einen erfrischenderen Anblick gewähren«. Bei Montevideo⁷⁾ hat der Graswuchs dieselbe Höhe, wie auf trockenen Wiesenmatten Europas: jenseits des Parana werden die Büschel in den Pampas gewöhnlich kniehoch⁵⁾ und lassen, wie in den russischen Steppen, überall Lücken kahlen Erdreichs zwischen sich, die indessen bei der Fernsicht nicht bemerkt werden. Eine Wiese wird durch fliessendes oder Grund-Wasser gleichmässig getränkt, hier aber muss der Thau genügen, wenn der Regen ausbleibt, und es bleiben unbewachsene Zwischenräume unter den Rasen übrig. Wir sind noch nicht von den Grasarten der Pampas im Einzelnen, sondern nur davon unterrichtet, dass auch hier die Gruppen mit starren Organen [*Stipa*⁷⁾] neben den zarteren und nahrhafteren Gramineen [den Poaceen und Avenaceen¹⁵⁾] auftreten, also eine Uebereinstimmung nicht mit den tropischen Savanen, sondern mit den Steppen unserer Hemisphäre stattfindet. Auch pflegt man, nachdem die Samen gereift sind und die Stauden anfangen am Grunde holzig zu werden, die Pampas, wie die russische Thyrsa, abzubrennen, um das Wachsthum der feineren Gräser zu befördern.

Die wenigen, einheimischen Stauden, welche die Pampasgräser zu begleiten pflegen¹⁶⁾, sind nach dem Boden ungleichmässig vertheilt¹³⁾. Ihre Seltenheit scheint eine Folge vom Thongehalt der Alluvionen zu sein, vermuthlich weil ihre Samen in dem erhärtenden Boden schwer keimen. In Corrientes ist die Grasebene da, wo die

Erdkrume eine sandige Beschaffenheit hat, im Frühling reich mit farbigen Blüten geziert, unter denen die kleinen Mimosen und andere Leguminosen schon die Nähe der Savanen von Paraguay andeuten. Können aber im Allgemeinen in den Pampas die Kräuter neben den Rasen bildenden Gräsern zu keiner rechten Ausbreitung gelangen, so ist dies mit einigen Gewächsen, die aus Südeuropa eingewandert sind, in um so grösserem Masse der Fall gewesen und dadurch das Ansehen der Landschaft oft völlig verändert, der Werth der Weide wesentlich beeinträchtigt worden. Auf weiten Flächen haben sich einige Disteln (*Cynara*, *Silybum*, *Lappa*) und eine Doldenpflanze, der Fenchel (*Foeniculum*), angesiedelt. Die Artischockendistel (*Cynara Cardunculus*) hat auf vielen Quadratmeilen¹⁷⁾ den Gräs-wuchs völlig verdrängt, und sie bildet so undurchdringliche, über mannshohe Dickichte, dass dadurch, so lange sie in voller Vegetation stehen, gewisse Landstriche gegen die Raubzüge der Indianer aus dem Chaco gesichert werden⁹⁾. Nur in jungem Zustande sind die Disteln als Futter brauchbar, später machen die Dornen sie werthlos, und sie sind ein nicht zu beseitigender Nachtheil für das Land. Auf den Niederlassungen in den Pampas und mit den Versuchen des Ackerbaus wächst die Gefahr des Verdrängens der Gräser durch fremde und weniger nutzbare Pflanzen, deren Samen, vom Winde oder mit den Getraidekörnern herbeigeführt, leichter aufgeht, wenn der lockere Untergrund durch die Bearbeitung des Bodens aufgewühlt worden ist, weswegen man auch gewisse Ruderalpflanzen stets der Anlage von Gehölften folgen sieht. Von der Artischockendistel weiss man, dass die ersten Samen um das Jahr 1769 in den Haaren eines Esels von Spanien kamen, und wenn man jetzt sieht, wie sie in einem zwar ähnlichen Klima, aber doch viel kräftiger, als in ihrer Heimath, und in einer dort unbekanntenen Geselligkeit sich ausgebreitet hat, so erkennt man darin einen der anschaulichsten Beweise für die Einheit der Vegetationscentren. Denn wie könnte solchen Erscheinungen gegenüber die Meinung aufrecht erhalten werden, dass die Arten der Pflanzen überall entstanden seien, wo die physischen Bedingungen ihrem Fortbestehen entsprechend sind.

Unterbrochen wird ferner die so gleichmässig gebildete Grasflur, wo das fließende Wasser kein hinreichendes Gefälle hat. Hier erhebt sich Rohrgras⁵⁾ so hoch, dass es zwar nicht einen Reiter, je-

doch sein Pferd verbirgt. Es ist dies eine dem Pfeilgrase des tropischen Amerika nahe verwandte, aber kleinere und auch in Chile vorkommende Art (*Arundo Quila*), deren silberglänzende Rispen sich ebenso, wie bei jenem, garbenförmig ausbreiten und »im Winde sanft bewegt werden«. Dies ist das erste Beispiel von brasilianischen Pflanzenformen, die in den Pampas noch einzelne Vertreter und erst in einem gewissen Abstände vom Wendekreise ihre südliche Grenze finden. So kommen auch noch Bambusen in Corrientes und am Parana vor¹³⁾, ebenso Agaven, diese vielleicht nur eingeführt, Bromelien, und auf den Inseln und in den Uferwäldern des Stroms holzige Lianen aus tropischen Familien¹⁴⁾, eine Scitaminee und einzelne atmosphärische Orchideen.

Von Bäumen aus brasilianischen Gattungen sind nur wenige in den bewaldeten Gegenden des Pampasgebiets bekannt geworden, im Uferwalde des Uruguay eine Dalbergiee (*Machaerium*), eine Bombacee mit angeschwollenem Stamm in den Sierran von Catamarca⁵⁾. Aus tropischen Formen bestehen aber auch die weit ausgedehnten, lichten Waldungen im nördlichen Theil der Chanarsteppe: es sind dies reine Bestände entweder von Algaroben (der Mimosee *Prosopis*) oder von Bäumen, denen die Belaubung der Olive und Sykomore zukommt, und die, noch nicht näher untersucht, unter dem Namen Quebracho¹⁹⁾ zusammengefasst werden. Weniger unvermischt ist der Baumschlag in den Waldgürteln am Fuss der kahlen Gebirge von Tucuman und Cordova, dort hauptsächlich aus Laurineen, hier aus einer Rutacee der Tamarindenform (*Zanthoxylum*) gebildet⁵⁾. Die durchbrochenen Laubkronen der Algaroben lassen dem Lichte freien Zugang; einzelnen Lianen (Asclepiadeen) und Epiphyten (*Loranthus* und *Tillandsia*) wird dadurch freie Entwicklung zu Theil, und auch die Sträucher am Boden erreicht die helle Beleuchtung. Die Kronen der Algaroben mögen sich berühren, ohne dass der Wachsthum dieser Gewächse behindert ist; weitläufiger sind die Quebracho-Stämme mit ihrem ungetheilten Laube angeordnet.

Aus manchen einzelnen Zügen kann man ersehen, unter welchen Bedingungen der Baumwuchs steht und sich dem Regenmangel der Pampas gegenüber behaupten kann. Die Waldungen finden sich entweder erst in den feuchteren Grenzbezirken oder an den von dem Seewinde getroffenen Ostabhängen der Gebirgszüge, in den Anden

aber nicht mehr, wo die Luft bereits zu trocken ist. Die Bäume sind von geringer Grösse und erheben sich aus dem Gesträuch in offenen Beständen mit schwacher Belaubung: nur der Lorbeerwald von Tucuman, wo der Regen reichlicher fällt, spendet, nachdem die sonnigen Ebenen durchwandert sind, erfrischenden Schatten. Die beschränkte Stammhöhe der Ufer- und Inselwälder, die vom Grundwasser des Platastroms getränkt werden, möchte eine Folge der Weiche des sumpfigen Erdreichs sein: doch ist ihr Anblick anziehend durch üppiges Wachsthum und Mischung der Formen. Auch hier herrscht die durchbrochene Belaubung der Leguminosenbäume²⁰⁾, aber gemischt mit dem Weidengehölz, mit immergrünen Laurineen und verwilderten Orangen und Pfirsich, umwunden von Lianen und geschmückt mit ihren Blumen und denen der Schattenpflanzen. Unter den einheimischen Bäumen ist der Ombu (die Phytolaccee *Pircunia dioeca*) dadurch bemerkenswerth, dass er in der Grassteppe wegen seines raschen Wachsthums und seiner schattenden Krone häufig angepflanzt wird: in Spanien hat man ihm den ansprechenden Namen Belombra beigelegt. Für das Klima der Pampas scheint sich derselbe dadurch besonders zu eignen, dass sein Holz⁵⁾ vielleicht das lockerste ist, das man kennt, die Jahresringe zerbrechlich und lose, wie Pappbogen, an einander gelegt, der Stamm von der Stärke einer Eiche und über dem Boden von hohen Holztafeln gestützt, wodurch seine Haltbarkeit in den Pamperos, den Südweststürmen dieser Steppen, einigermaßen gesichert ist.

Die Palmen endlich finden wir zwar weit über den Wendekreis bis zur Mündung des Platastroms (bis 35° S. B.) hinausreichend, aber nur in wenigen (4) Arten, auf bestimmte Standorte eingeschränkt, und, wie es in ihren klimatischen Grenzbezirken gewöhnlich ist, mit der Tendenz, ihren Stamm zu verkürzen. Die am weitesten nach Süden gehende ist die Pindo-Palme [*Cocos australia*²¹⁾], sie wird selten über 30 Fuss hoch. Sie übertrifft noch an Grösse die reinen Bestände der Yatay-Palme von Entrerios und Corrientes (*Cocos Yatay*), welche hier die Wachspalmen des Gross-Chaco ersetzt, die Corrientes kaum erreichen und als tropische Palmen von der argentinischen Flora auszuschliessen sind. Von Fächerpalmen wurden zwei Arten unterschieden, eine kleinere (*Trithrinax brasiliensis*), die in Gesellschaft von Cacteen namentlich in den Buschwäldern am Pa-

rana auftritt, gewöhnlich als Zwergpalme mit Stämmen von 3 bis 4 Fuss (höchstens 10 Fuss) Höhe, und eine grössere [*Copernicia campestris* ⁵⁾] in den dürren Algarobenwäldern von Cordova.

In einem grossen Theile der Chanarsteppe fehlen die Waldungen, niedriges, selten über mannshohes ⁵⁾ Gebüsch und Cacteen bilden fast die einzige Bekleidung des Bodens. Der Arten von Sträuchern sind so wenig, dass ihre einheimischen Namen allgemein bekannt sind, und das Wohngebiet der meisten erstreckt sich über die ganze Breite des Kontinents, über die Hochebene der Anden bis nach Chile ²²⁾. Der Chanar selbst (*Gourliea*) und die Acacie von Santiago (*A. cavenia*, dort Espino, hier Espinillo genannt), beide auch hier zuweilen als Zwergbäume auftretend, sind die wichtigsten Beispiele der Verbindung beider Floren. Nach dem Chanar-Strauch kann die Steppe passend benannt werden, auch in den Ortsnamen der Gehöfte kehrt das Wort nicht selten wieder. Zum Theil sind die Sträucher dieser Formation dieselben Leguminosen, wie im Uferwalde des Parana, wo sie, wie auch in Chile, leichter zur Baumform auswachsen. Hieraus scheint hervorzugehen, dass durch das trockene Klima der Steppe ihr Wachsthum zurückgehalten wird. Sie haben sämmtlich eine feine oder unterdrückte Belaubung, Blattflächen von geringer Grösse, und sind fast ausnahmslos mit Dornen bewaffnet. Begleitet oder streckenweise ersetzt werden sie durch immergrüne Syanthereensträucher, die nach ihrer Belaubung zur Myrtenform gehören und auf den dürren Hochebenen der Anden eine weite Verbreitung haben ²³⁾ (*Tessaria*, *Baccharis*). Dürr und unfruchtbar, bemerkt Burmeister ⁵⁾, erscheine die ganze Landschaft, weil ihre Färbung wegen der Kleinheit der Blätter wenig lebhaft sei, so dass man überall vielmehr die dichten, braunen Reiser mit ihren langen Dornen wahrnehme, als das frische Grün eines belaubten Gebüsches. Noch viel ärmlicher erscheint das Dorngestrüpp der patagonischen Steppe, welches nur zerstreut in dem Kiesgerölle sich bewurzeln kann. Es besteht auch hier, wenigstens in der Nähe des Rio Negro ²⁴⁾, aus Leguminosen und einigen andern Sträuchern, unter denen eine Syanthereengattung der tropischen Anden (*Chuquiraga*) durch ihre Wiederkehr in diesen Ebenen bemerkenswerth ist.

Den Cacteen scheint die Grasflur der Pampas zu feucht zu sein, in der Chanarsteppe begleiten sie allgemein sowohl das Gesträuch

als die Waldungen, auch am Parana treten sie da auf, wo der Thonboden austrocknet. Hier wächst eine der grösseren Arten, ein Säulencactus von 20 bis 30 Fuss Höhe¹³⁾. In der Steppe von Cordova kommt eine grosse Opuntia vor, deren weisse Dornen die Länge von 6 bis 9 Zoll erreichen²⁵⁾. Bei Mendoza wurden etwa 12, sämmtlich kleinere Arten, unterschieden⁵⁾, unter denen die Cereen, Opuntien und Mamillarien in ihren mannigfachen Gestalten verbunden waren. Wie in den Prairien, gedeihen diese Succulenten auch noch in höheren Breiten, indem ihre Anzahl allmählig abnimmt: in Patagonien bleibt noch eine Opuntia [*O. Darwinii*⁶⁾] übrig, in derselben Weise, wie am Missouri.

In der argentinischen Salzsteppe wiederholt sich die Chenopodeenform⁵⁾, welche in den verschiedensten Ländern den Natriumgehalt des Bodens anzeigt (Salsoleen, *Salicornia*, *Atriplex*). Weite Strecken sind aber auch oft jedes Pflanzenwuchses beraubt und erscheinen weiss bereift von ausgewittertem Glaubersalz. Namentlich auf diesen austrocknenden Standorten scheinen die Halophyten zu fehlen oder nur in einzelnen Gruppen zu wachsen, vielleicht weil die Anhäufung des Salzes dessen Aufnahme durch die Wurzeln erschwert. Am Ufer der Wasserbecken wenigstens drängen sie sich dichter zusammen.

Der Parana, dieser grösste Strom in den südlicheren Breiten des Kontinents, der nach seiner Vereinigung mit dem Uruguay den Plata selbst bildet, hat in seinem unteren Lauf ein so geringes Gefälle, dass Lagunen und Sumpflandschaften in einem weiten Umfange entstanden sind. Die halbe Oberfläche von Corrientes¹³⁾ ist ein solches Sumpfland. Hier wuchert auf das Ueppigste eine Vegetation, die zwar den tropischen Formationen des feuchten Bodens und der Gewässer ähnlich ist, aber doch eine eigene Gruppierung der vorherrschenden Pflanzen zeigt. Zu den häufigsten gehört die mit blauen Blumen prangende Camalote (*Pontederia azurea*) und auf dem Wasserspiegel schwimmen zuweilen die gigantischen Blätter der Victoria.

Vegetationscentren. Die Einförmigkeit der Pampasvegetation ist so gross, dass Tweedie²⁵⁾ während der Reise von Buenos Ayres nach Tucuman zu Anfang des Herbstes auf einer Strecke von 24 g. Meilen nur 9 verschiedene Arten von blühenden Pflanzen an-

traf. In grossen, fast wagerechten Ebenen, die mit ihrem gleichartigen Sediment langsam aus dem Meere hervorgestiegen sind, fehlt jeder örtliche Unterschied in den Standorten, in der Mischung und Feuchtigkeit der Erdkrume, wodurch eben sonst die einzelnen Pflanzen sich von einander unabhängig erhalten, indem jede sich da behauptet, wo sie den angemessensten Boden findet. Wie nach einer früher mitgetheilten Beobachtung²⁶⁾ bei der künstlichen Berieselung einer Wiese, wo Alles geebnet und gleichmässig befeuchtet wird, der Graswuchs sich so vereinfachen kann, dass der Rasen zuletzt nur noch aus einer einzigen Art besteht, so wurde durch die natürliche Bildungsgeschichte der Pampas die Geselligkeit einiger wenigen Gewächse und besonders der Gräser in solchem Grade befördert, dass für die Erhaltung oder Ansiedelung anderer Arten kein Raum mehr übrig blieb. Allein hierdurch wird kein Aufschluss darüber gegeben, dass dieselben Formationen, welche, weil sie besser zum Klima und Boden ihrer Heimath passten, die Vegetation der Nachbarländer zurückwiesen, vor der Einwanderung aus ähnlichen Klimaten ferner Erdtheile sich nicht zu schützen vermochten und von dieser immer mehr verdrängt werden. Denn nicht bloss ist dies mit jenen Disteln der Fall, vor denen die einheimische Flora in so weitem Umfange zurückgewichen ist, sondern auch da, wo die Physiognomie der Landschaft unverändert scheint, erblickt man Gräser und Kräuter europäischen Ursprungs⁷⁾, durch welche der Bestand der Vegetation unter dem Einflusse der Kolonisation ein anderer geworden ist. Die Armuth der Vegetationscentren scheint mit der Schwäche ihrer Widerstandskraft im Verhältniss zu stehen, und, wenn man sieht, wie so manche Erzeugnisse der Chanarsteppe auch in Chile, einige in Brasilien vorkommen, möchte man geneigt sein zu zweifeln, ob den Pampas überhaupt ein endemischer Charakter zukomme und, was ihnen eigenthümlich scheint, nicht in früherer Zeit ebenfalls von auswärts auf sie übergegangen sei. Noch ist die Systematik der argentinischen Flora und das Wohngebiet ihrer anscheinend doch endemischen Arten und Gattungen zu ungenügend erforscht worden, um diese Frage mit völliger Sicherheit beantworten zu können. Aber so viel kann man wenigstens als festgestellt ansehen, dass die weiten Tertiärgelände und ihre Alluvionen nur eine geringe Zahl eigenthümlicher Gewächse hervorgebracht haben, dass ihre Flora in dieser

Hinsicht mit der schöpferischen Kraft des Kaplandes und Australiens nicht entfernt verglichen werden kann, wo das Klima wenig oder gar nicht bevorzugt ist, der Boden aber mannigfaltigere Standorte bietet und seit einer viel älteren geologischen Zeit als Festland bestanden zu haben scheint.

Nur wenige Pflanzensammlungen sind aus dem Pampagebiet bis jetzt nach Europa gelangt, und auch diese wurden nur sehr lückenhaft bearbeitet ²⁸⁾. Wenn man auch den nur hier beobachteten Arten die nicht endemischen und angesiedelten hinzufügt, wird ihre Anzahl schwerlich auf mehr als 1000 zu schätzen sein. St. Hilaire sammelte während der besten Jahreszeit in Uruguay und brachte nur ungefähr 500 Arten zusammen ⁷⁾. Er bemerkt, dass von diesen nur 15 zu nicht europäischen Familien gehören, die aber grösstentheils auch in Nordamerika anzutreffen sind. Gegen die Meinung, dass die Flora näher mit der europäischen, als mit den übrigen der Südhemisphäre verwandt sei, trat Bunbury auf ¹¹⁾, der das Land selbst besucht und eine der vollständigsten Sammlungen (die von Fox) benutzt hat. Er führte an, dass einige Familien (die Solaneen, Verbenaceen, Amarantaceen, vielleicht auch die Malvaceen) hier stark, in Europa schwach vertreten sind, dass einige der bei uns vorherrschenden ganz fehlen, und dass unter den nicht europäischen Gattungen (über 100) einige durch die Anzahl ihrer Arten oder durch die Geselligkeit ihrer Individuen einen bedeutenden Bestandtheil der Vegetation ausmachen. Wenn man indessen die argentinische Flora nicht mit Europa, sondern mit Nordamerika vergleicht, so verlieren diese Binwürfe ihr Gewicht, und es gilt für die Pampas, wie für Chile, dass unter entsprechenden Breiten eine weit grössere Analogie mit der nördlichen, als mit den nicht amerikanischen Gebieten der südlichen Hemisphäre besteht. Die systematische Uebereinstimmung ist sogar noch grösser als in Chile, wo einige Fälle räumlicher Verwandtschaft mit den gegenüberliegenden pacifischen Küsten vorkommen, während die Pampas mit der Kapflora nichts gemein haben. Bunbury zählt 12 nicht europäische Familien auf ²⁹⁾, von denen die meisten in den Platastaaten doch nur einzelne Arten enthalten, und unter diesen ist die kleine Gruppe der Calycereen die einzige, die der nordamerikanischen Flora abgeht. In der grössten Familie, den Synanthereen, ist die argentinische Flora sogar den Prairien ähnlicher, als der

chilenischen, indem hier nur wenige Arten aus der für die Anden charakteristischen Gruppe der Labiatifloren auftreten, hingegen die Heliantheen zahlreich sind.

Von endemischen Gattungen, die aus dem Pampasgebiete beschrieben wurden, zähle ich 13, grösstentheils Monotypen³⁰⁾, unter denen die Synanthereen (4) und die Umbelliferen (2) die bemerkenswerthesten und einige für Patagonien charakteristisch sind. Uebrigens ist die Flora der patagonischen Steppe noch weit dürftiger, als die der Pampas: Orbigny³¹⁾ konnte bei Carmen am Rio Negro nur wenig über hundert (103) Phanerogamen auffinden.

XXII.

Chilenisches Uebergangsgebiet.

Klima. Beim Eintritt in die gemässigte Zone an der Westküste Südamerikas haben wir zuvörderst das allgemeine klimatische Verhältniss zu berühren, welches die meerunflossene Südhemisphäre von der unsrigen unterscheidet. Hier sinkt die Temperatur in der Richtung zum Pol nach einem so viel rascher abnehmenden Massstabe, dass man die Vegetation in der Breite von England bereits mit der des hohen Nordens zusammengestellt und als antarktische Flora bezeichnet hat. Diesen plötzlichen Uebergang zu kalten Klimaten erkennen wir am deutlichsten in dem beispielloser schroffen Sinken der Schneelinie auf den chilenischen Anden, indem dieselbe am Aconcagua (33° S. B.) noch 13800, also nur etwa 1000 Fuss niedriger liegt¹⁾, als am Aequator, an der Nordgrenze von Valdivia aber (39° S. B.) bereits auf 5260 Fuss gesunken ist, fast ebenso tief, wie in Norwegen. Aber nur in Amerika tritt dieser beinahe unvermittelte Uebergang von einem andalusischen zu einem nordischen Klima uns entgegen und ist hier für die Absonderung natürlicher Floren massgebend, weil nur dieser Kontinent sich südwärts zu den der erkältenden Einwirkung des südlichen Polarmeers geöffneten Breiten erstreckt und gerade dort bereits so sehr verschmälert ist, als wäre sein Klima nur noch von dem den ganzen Erdball umfliessenden Meere abhängig. Das Seeklima äussert sich darin, dass der Winter zwar mässig, aber der Sommer kalt ist. Ein beständig bewölkter Himmel, so redet Darwin²⁾ von diesen Breiten, lasse die Strahlen der Sonne nur selten die Oberfläche des grossen Oceans erreichen, der ohnedies sich nicht leicht erwärmen könne. Ohne

jedoch auf die verschiedenen, das südliche Polarmeer erkältenden Einflüsse schon hier näher einzugehen, genüge es zu bemerken, dass die Vertheilung von Wasser und Land in hohen südlichen Breiten für die Erwärmung des Erdkörpers die ungünstigste ist. Das Festland der südlichen Polarzone erwies sich, als Ross es erreichte, von jeder Vegetation entblösst: der einzige Fall liegt hier vor, dass die Schneegrenze bis zum Meeresspiegel herabsinkt und dem Erdboden das organische Leben ganz versagt ist. Aber nicht die niedrige Temperatur hoher Breiten allein und die Strömungen und Eisfelder, die von hier ausgehen, sind dem Klima der gemässigten Zone Südamerikas nachtheilig, sondern auch die Feuchtigkeit unermesslicher Meeresflächen, die Nebel- und Regenmassen, welche die Westküste des Festlands gerade bis zu derjenigen Polhöhe fast beständig einhüllen und tränken, wo der Charakter der antarktischen Flora im südlichen Chile aufhört. Denn von hier aus beginnt längs der Andenkette eine von der Sonne durchglühte Küstenzone, die ein heiterer Himmel fast ebenso beständig umspannt.

Unter solchen Bedingungen sondert sich demnach auf diesem eng umschlossenen Küstenstreifen gebirgigen Landes eine eigene Flora aus, welche bis zu zehn Breitengraden über den Wendekreis hinausreicht (bis 34° S. B.) und die nördlichen und mittleren Provinzen Chiles in sich fasst. Diese näher kennen zu lernen und sie von der südchilenischen zu unterscheiden, ist jetzt unsere Aufgabe. Ich nenne sie eine Uebergangsflora, weil ihr Naturcharakter noch Vieles mit der regenlosen Küste des tropischen Peru gemein hat, aber doch schon der gemässigten Zone angehört. Von zusammenhängendem Baumwuchs fast überall entblösst³⁾, findet diese Flora da einen natürlichen Abschluss, wo im südlichen Chile die dichten und immergrünen Wälder beginnen, von denen weiterhin bis zum Feuerlande die Westküste Amerikas bedeckt ist. So abgetheilt wird die nördlichere dieser beiden Küstenflora auch klimatisch theils durch ihre hohe Wärme, theils durch ihren Winterregen und die Unterbrechung ihrer Vegetationsperiode während des Sommers charakterisirt: dieselbe kann in dieser Beziehung mit Kalifornien und mit der Mediterranflora Europas verglichen werden. Unbestimmter ist der klimatische Unterschied von der peruanischen Küste, und nicht so sehr der stärker gekrümmten Temperaturkurve oder den Niederschlägen, die

in der Richtung zum Wendekreise aufhören, verdankt Chile eine selbständige Physiognomie, als der südwärts zunehmenden Fruchtbarkeit des Landes, der grösseren Mannigfaltigkeit der Vegetation und einer überwiegenden Menge endemischer Pflanzen.

Bei der Vergleichung von Peru mit Chile kann man Coquimbo (30° S. B.) als klimatischen Wendepunkt betrachten. Hier fällt nur noch wenig Regen, während eines Winters werden nur fünf bis sechs Güsse erwartet³⁾, und indem schon zu Copiapo (27° S. B.) alle tropfbaren Niederschläge aufhören und die Garuas nun an ihre Stelle treten, geht die Flora allmählig in den Charakter der Wüste von Atacama über²⁾. Dieselbe Abnahme des Regens in der Richtung zum Wendekreise wird aber auch in den übrigen Theilen des Gebiets bemerkt. An der Südgrenze ist die Intensität des Winterregens sehr bedeutend, sie beträgt zu Santiago⁴⁾ (33½° S. B.) ungefähr ebenso viel, wie in der Lombardei (etwa 40 Zoll und mehr): aber schon 15 g. Meilen weiter nach Norden soll die Regenmenge bereits um die Hälfte vermindert sein. Die Schneefelder der nahen Kordillere liefern indessen einigen Ersatz, sofern durch das Schmelzen derselben auch die Thäler des nördlichen Chile befeuchtet werden und ungeachtet der Dürre ihres Klimas fruchtbar sind. In Santiago und wahrscheinlich im ganzen Bereich der chilenischen Flora ist die Belaubung aller einheimischen Holzgewächse immergrün, obgleich die Niederschläge nur im Winter fallen und in der Hauptstadt vom September bis zum Mai der Himmel ununterbrochen heiter ist³⁾.

Wie am Fuss der peruanischen Anden herrschen auch in Chile bis zur Breite von Santiago nur Nord- und Südwinde, ihr Wechsel richtet sich nach den Jahreszeiten. Beim Südwinde ist der Himmel stets wolkenlos, und der Nordwind bringt den Winterregen, der erstere erwärmt sich auf seinem Wege, der letztere kühlt sich ab. Wie an den kälteren Gebirgshöhen Perus die Garuas sich zu tropfbaren Niederschlägen steigern, so scheint hier ein ähnliches Verhältniss mit zunehmender Polhöhe einzutreten: die Küstennebel der Wüste von Atacama verwandeln sich in den chilenischen Winterregen, weil hier die Abnahme der Wärme im Winter grösser ist. Denn darin erkennt man doch auch hier den Charakter der gemässigten im Gegensatz zur tropischen Zone, dass bei fast unver-

änderter Mitteltemperatur der Unterschied des wärmsten und kältesten Monats, der in Lima wenig über 7° betrug⁵⁾, in Santiago beinahe auf 14° , also auf das Doppelte gewachsen ist⁶⁾. Dabei hat die südhemisphärische Januarwärme hier in stärkerem Verhältniss zugenommen ($23^{\circ}, 2$ R.), als die des Juli ($9^{\circ}, 6$) gemindert ist, aber noch merkwürdiger erscheint es doch, dass ungeachtet eines um 22 Breitengrade weiteren Abstandes vom Aequator die Jahreswärme von Santiago ($15^{\circ}, 8$ R.) noch wenigstens ebenso hoch ist, als in Lima. Das mittlere Chile liegt bereits ausserhalb der Einwirkung des erkältenden Humboldtstroms, sodann aber wird überhaupt die Wirkung der Sonnenstrahlen in verschiedenen Zonen während des Sommers dadurch ausgeglichen, dass die Tageslänge in demselben Verhältniss wächst, wie die Mittagshöhe der Sonne sich vom Zenithstande entfernt. Durch die höhere Sommerwärme aber wird zugleich unter dem heiteren Himmel Chiles die Verdunstung befördert und die Trockenheit der Atmosphäre um so grösser, je weiter man von der Meeresküste sich entfernt. Und so bleiben auch hier, wie am Westabhang der peruanischen Anden, alle diese Stufenlandschaften waldlos, nicht so sehr, weil die Dauer der Regenzeit zu kurz, als weil die Luft zu trocken ist.

Fassen wir die bisherigen Ergebnisse zusammen, so scheint das chilenische Klima nach seinen Hauptbestimmungen etwa mit dem des südlichen Spaniens verglichen werden zu können: Gibraltar hat dieselbe Mittelwärme, wie Santiago, und einen Winterregen von gleicher Intensität. Die Vegetationsperiode durchläuft daher in Chile auch einen ähnlichen Kreislauf, wie im Mediterranengebiet, der in dessen längere Zeit, als dort, von der dürrn Jahrszeit unterbrochen wird. In der Mitte des Juli³⁾ beginnen in Santiago die Blüthezeiten, da schon zu Anfang des Winters (seit dem Juni) der Regen den Boden befeuchtet hat, und Ende November ist die Vegetationsperiode völlig abgeschlossen, nachdem die Niederschläge bereits zwei Monate früher aufhörten. Nun dauert es länger als ein halbes Jahr, dass, wo nicht fliessendes Wasser zu Gebote steht und die Holzgewächse befeuchtet, das Pflanzenleben abgestorben und das ganze Land beinahe wüst erscheint. Dann bewahren auf den dürrn Hügeln nur die Cactusformen ihre Saftfülle. Selbst die feuchtere Küste von Valparaiso wurde nur deshalb ein Paradies genannt, weil sie im Frühling wie ein blühender Garten sich darstellte. Grossartig durch

den Hinblick auf die nahen Schneeberge und Vulkane, die den östlichen Horizont in einer weit dahin gestreckten Linie begrenzen, entbehrt die Physiognomie der chilenischen Landschaft jener schönen Vegetationsformen, wie sie dem Mittelmeergebiete zum Schmuck dienen. Es fehlt der kräftige Baumwuchs, die Belaubung der Gesträuche ist durch Dornen unterdrückt, die vorüberrückende Frühlingsblüthe steht in keinem Verhältniss zu den langen Zeiten der Verödung, die durch die Wildniss der Gebirge erhöht wird. Denn fast im ganzen Bereich der chilenischen Uebergangsfloren nimmt die pacifische Abdachung der Anden mit ihren ungeordneten Bergzügen den Raum von den Schneegipfeln der Kordilleren bis zur Küste vollständig ein. Von Seewinden unberührt, starren die Gerölle ihrer Abhänge unter der spärlichen Vegetation überall nackt hervor: weniger zum Getraidebau, als zur Viehzucht, eignen sich diese gebirgigen Gegenden mit den üppigen Futtergewächsen ihrer bewässerten Thälern. Erst in der Nähe von Santiago, wo eine Küstenkordillere sich von der Hauptkette der Anden südwärts ablöst, beginnt jenes grosse und überaus fruchtbare Längsthal, wodurch das südliche Chile zur Kornquelle der südamerikanischen Westküste geworden ist.

Vegetationsformen. Die Seltenheit der Bäume, unter denen wohl nur der Boldu (*Boldu*), eine Laurinee, zu stattlichem Wuchs sich erhebt, ist eine Erscheinung, welche dem Uebergangsbiete Chiles mit dem grössten Theile Perus gemein ist, aber nicht allein aus klimatischen Bedingungen erklärt werden kann. Denn wenn auch die antarktischen Hochwälder einer weit grösseren Feuchtigkeit der Luft bedürfen und daher nordwärts an einer klimatischen Linie enden, so könnten doch Bestände von andern Bäumen an ihre Stelle treten, die aber als einheimisches Erzeugniss des Bodens nun weiterhin nicht mehr zu finden sind. Nicht in einem Klima, dessen Vegetationsperiode von hinreichender Dauer ist und dessen Niederschläge denen des südlichen Europas nicht nachstehen, nicht einmal in den bewässerten Thälern werden Waldungen, wie dort, bemerkt. Wo doch angepflanzte Bäume trefflich gedeihen, europäisches Obst und Südfrüchte, selbst einzelne tropische, wie die Cherimolie, in Fülle gezogen werden, sind die Stämme der einheimischen Arten zwerghaft oder durch Gesträuche verdrängt. Da nun ähnliche Thatsachen unter denselben Breitengraden durch das ganze Festland bis zum

atlantischen Meere sich wiederholen und weder von den südlichen Anden noch über die Kordillere sich höhere Bäume ansiedeln konnten, so muss diese Waldlosigkeit als eine denkwürdige Eigenthümlichkeit der Vegetationscentren in den wärmern Gegenden der gemässigten Zone Südamerikas bezeichnet werden. In Chile ist ebenso, wie in den Pampas, der überall herrschende, in der trocknen Jahrszeit völlig ausgedörrte und erhärtende Thonboden dem Baumwuchs wenig zuträglich: Poeppig⁷⁾ bemerkte darüber, der Mangel an hohen Bäumen und das zerstreute Vorkommen der kleineren Arten sei eine Folge nicht der Dürre des Klimas, sondern der Unfruchtbarkeit der Erdkrume.

Was von Bäumen im mittleren und nördlichen Chile vorhanden ist, lässt sich vergleichungsweise mit ähnlichen Klimaten der nördlichen Hemisphäre dahin zusammenfassen, dass, wie es in der südlichen gemässigten Zone überhaupt beinahe immer der Fall ist, die Arten mit periodischem Laubfall fehlen und dagegen tropische Formen und zum Theil auch tropische Familien darunter vertreten sind. Der Espino (*Acacia cavenia*), fast der einzige, einheimische Baum in der Gegend von Santiago³⁾ ist eine niedrige, im Wachsthum verkümmerte Mimosee mit harten, dornigen Zweigen, der trockeneren Luft im Innern des Landes entsprechend und der Seeküste fremd²⁾. Ein gleich zwerghafter Wuchs ist auch einem ebenfalls dornigen Leguminosenbaum mit winzigen Fiederblättern eigen (der im Pampasgebiete erwähnten Sophoree *Gourliea*), der in den nördlichen Provinzen auftritt und sich auch jenseits der wasserlosen Wüste von Atacama verbreitet. Die Formen des Lorbeers und der Olive dagegen sind zu ihrer Erhaltung stärkerer Zuflüsse von Feuchtigkeit bedürftig: Bäume mit diesen Arten der Belaubung sind an den Flüssen, in den geschützten Schluchten der Andenthäler²⁾ anzutreffen, und nur sie erreichen zum Theil eine bedeutendere Grösse⁶⁾ (die Laurinee *Boldu* bis über 50 Fuss; bis 30 Fuss die Rosacee *Quillaja*). Andere sind ebenso klein, wie in den dürren Gegenden. Diese Zwergbäume feuchter Standorte überschreiten grossentheils auch die Grenzen des südlichen Chile, wo das Klima geändert ist (z. B. von Rosaceen *Quillaja* und *Kageneckia*); sie sind ein Beispiel von der räumlichen Verwandtschaft der Formen und der Aehnlichkeit des Wachsthumms an nahe gelegenen Vegetationscentren, wo die Stämme, wie die der dürren Anhöhen, niedrig bleiben können,

obwohl die Zuflüsse und eine stetige Entwicklungsperiode ihnen bald durch die Bewässerung, bald durch die Niederschläge gleichmässig gesichert sind.

Auch eine einzige Palme (*Jubaea spectabilis*) ist chilenisch (südwärts bis 35° S. B.), ein Baum von etwa 30 Fuss Höhe mit Fiederlaub, dessen Stamm nach der Mitte zu anschwillt, ein endemischer Monotyp, der den geneigten Boden der Anden bis über 4000 Fuss²⁾ hinansteigt und streckenweise häufig ist, aber, da der zuckerhaltige Saft benutzt wird, vielfach unter der Axt verloren geht. Sie scheint der trocknen Jahreszeit kräftig zu widerstehen, indem sie Monate lang nach den Regenmonaten ihre Saftfülle bewahrt, und würde ein merkwürdiger Beleg sein, dass in einer Familie, deren Wasserbedürfniss so gross ist, Fälle vorkommen, wo lange Zeit hindurch nur wenig Feuchtigkeit aus dem Boden aufgenommen werden kann. Auch von einer 15 Fuss hohen Bambuse (*Chusquea*) wird diese chilenische Palme zuweilen begleitet, die von denjenigen Arten verschieden ist, welche das feuchte Valdivia bewohnen, wo diese Vegetationsform viel besser fortkommen kann.

Auf dem dürrsten Boden, jedoch besonders längs der Küste⁷⁾, erscheint die Form der Lilienbäume, hier durch eine besondere Gattung von Bromeliaceen (*Puya*) ersetzt. Da ihr Holzstamm meist niedergebogen wenig hervortritt und die Blattrosette mit Stacheln bewehrt ist, so hat dieselbe eine gewisse Aehnlichkeit mit den Agaven: wie bei diesen ist auch der Blüthenschaft, der in die Traube von gelben Blumen ausläuft, von beträchtlicher Länge (8—10 Fuss) und hoch aufgerichtet.

Die übrigen Vegetationsformen sind grossentheils dieselben, wie an der pacifischen Abdachung Perus. In den unteren Regionen erblickt man überall an den dürrn Gehängen die grotesken Gebilde der Cereen und Opuntien, unter den ersteren ist eine der häufigsten der Quisco-Cactus (*Cereus Quisco*), dessen Säule, gleich einem Armleuchter verzweigt, sich 20 Fuss emporstreckt. Nach aufwärts folgen die kugelförmig angeschwollenen Cacteen (*Echinocactus* und *Mamillaria*), aber auch hier neben den kleineren Arten von Mamillarien Echinocacten von unförmlich grossem Durchmesser.

An den Gesträuchen ist die Dornbildung, welche oft die Belaubung zurückhält und sich bis zur Unterdrückung der Blätter steigern

kann (z. B. bei *Colletia*), noch viel allgemeiner, als in andern trocknen Klimaten Amerikas und steht zu der Dürre des Bodens in Verhältniss. An feuchteren Standorten hingegen weichen die Dornsträucher den immergrünen Gebüschten der Myrten- und Oleanderformen: die holzigen Synanthereen (Mutisiaceen) werden hier noch mannigfaltiger, als in Peru. An den Flussufern der Andenthäler ist auch hier die südamerikanische Weide (*Salix Humboldtiana*) eine häufige Erscheinung.

Aus der Verwitterung vulkanischer Gesteine entsteht in Chile eine röthlichbraune, in der Dürre erhärtende Erdkrume, und dieser überall herrschende Thonboden erzeugt eine Menge von Zwiebelgewächsen und Stauden, auch die Bromelienform, so dass die Landschaft im Winter und Frühling mit schönen Blumen und reichen Farben geschmückt wird, um sie bald wieder in der nackten Verödung der Steppe zurückzulassen. Die Zwiebelgewächse sind hauptsächlich Liliaceen, die hier mit den Amaryllideen durch mehrere endemische Mittelgattungen (die Conanthereen) verknüpft werden. Bei vielen Stauden und manchen Holzgewächsen findet man die Absonderung flüchtiger Oele und Harze wieder, die in dürren Klimaten so gewöhnlich ist. Mit den Steppengräsern, welche sie begleiten, (Stipaceen, Avenaceen, Poaceen), geben diese niedrigen Kräuter den kahlen, schattenlosen Anhöhen Chiles den Werth eines grossen Weidelandes, welches, sich selbst überlassen, doch nur im Winter und Frühling die Heerden ernähren kann, aber einer Art Sennwirthschaft dient, theils weil in den höheren Lagen die Entwicklungsperiode vermöge des schmelzenden Schnees tiefer in den Sommer rückt, theils durch Aussparung fruchtbarer Strecken, der Potros⁷⁾, die, da sie eingehgt und geschont werden, das ganze Jahr hindurch Futter gewähren.

Vegetationsformationen und Regionen. Brauchte man in Peru nur in die feuchten Thäler der Sierrren hinabzusteigen, um die Oede der Gebirgswüste mit dem Reiz der Tropenlandschaft zu vertauschen, so hören mit der Wüste Atacama diese Gegensätze auf. In Chile sind tropische Formationen nirgends mehr vorhanden, und am östlichen Abhange der Kordillere schliesst sich nun unmittelbar das nicht weniger dürre Gebiet der Pampasflora an. Aber auch hier, wie in Peru, fehlt an der Abdachung zum stillen Meere ungeachtet

des grossen Niveauunterschieds bis zur Schneegrenze der Wechsel deutlich gesonderter Regionen, weil bis zu den Wäldern des südlichen Chile keine vorherrschende Pflanzenformen zu bemerken sind, die den physiognomischen Charakter der Landschaft bestimmen könnten. Während am Planchon-Pass (35° S. B.) die chilenische Seite der Kordillere noch von üppigem Walde bedeckt ist und die argentinische Abdachung daselbst nur kahle Felsen und baumlose Thäler zeigt⁶⁾, sind zwei Breitengrade weiter nach Norden kaum noch Spuren von einer Waldregion übrig und beide Abhänge werden nun gleichartig. Bei dem Uebergang über den Cumbre-Pass [33° S. B. 7)], in der Nähe des Aconcagua, sieht man am Fuss der Kordillere nur vereinzelte Bäume, in dem groben Kiesgerölle einen grünen Gürtel von geringem Umfange (etwa im Niveau von 7000 Fuss): , darüber folgt dürftiges Dorngesträuch mit spärlicher Belaubung oder auch nur Cacteen statt jedes weiteren Pflanzenwuchses. Zwar wechseln mit der Höhe die Arten, aber, abgesehen von einzelnen, steilen Thaleinschnitten, bleibt die Physiognomie der dürren, kahlen Abhänge mit ihrer zerstreuten Vegetation bis in die Nähe der Schneegrenze die nämliche. In der obern Region dieses Andenpasses, der (12000 Fuss hoch) von Santiago nach Mendoza führt, sind dann freilich fast nur noch alpine Stauden übrig, die in den weiten Geröllen des anstehenden Gesteins wie verloren wachsen und unter denen die arktischen Formen weniger häufig sind, als in Peru, zugleich auch einige Sträucher aus denselben Gattungen, wie dort (*Chuquiraga*, *Mutisia*, *Berberis*) und von Cacteen noch mehrere mit Wolle bekleidete Melocacten und Opuntien mit schmaler Gliederung, beide von geringer Grösse.

Die Küstenlandschaft ist ebenfalls fast ganz waldlos: nur an der Bucht von Quintero unweit Valparaiso (33° S. B.) wird eine grössere Waldung erwähnt, aber als unschön und hoher, kräftiger Stämme durchaus entbehrend geschildert⁷⁾. Indessen gewinnt, je mehr man vom Innern aus dem Meere sich nähert, die Flora in ihrem Winter- und Frühlingskleide an Anmuth durch den Schmuck ihrer einzelnen Bestandtheile, der überall blühenden Stauden und Gebüsche. Und dennoch versichert Poeppig⁷⁾, nur in den feuchten Seitenschluchten der Bergzüge, die zu den grösseren Querthälern sich öffnen, eines üppigen Grüns, wie in Europa, sich haben erfreuen zu können. Hier war das Laub der Holzgewächse, abgestuft in den

Tönen seiner Färbung, mit zierlichen Schlinggewächsen behangen, zu den Füßen der bunteste Blumenflor von Zwiebelgewächsen und Kräutern bald überschattet, bald zu freien Matten ausgebreitet; zarte Farne sogar entsprossen hier dem harten Thonboden. Die mit Dorngebüsch bewachsenen Flächen werden Espinales genannt: hier sind die unter einander verflochtenen Colletien mit ihrem harten Holze nebst Cacteen und Bromelien zu einem unzugänglichen Dickicht verwoben; dann folgen grasbewachsene Felsen mit Orchideen (*Chloraea*), oder Strecken von hartem Thonboden mit Zwiebelgewächsen, dann wieder ein malerisches Gemisch blühender Stauden und auf der letzten Hügelstufe ein staubiges, dürres Erdreich, wo die holzigen Synanthereensträucher in zerstreuten Gruppen auftreten. Ueberall aber sind die Formationen, wie die Regionen, durch allmälige Uebergänge unter einander verbunden, bis der Sommer sie alle in gleicher Weise verödet. Je nachdem Feuchtigkeit und angesammelte Erdkrume es zulassen, hat die Natur diesen Garten von Blumen bis zu den kahlen Felsgeröllen über die Anhöhen Chiles ausgespannt.

So wird auch nordwärts in demselben Verhältniss, wie der Winterregen schwächer wird, bis er zuletzt ganz aufhört, der Eintritt in die Wüste von Atacama durch allmälige Uebergänge vermittelt. Als Darwin²⁾ in dieser letztern ganz pflanzenlose Strecken antraf, wo er einmal auf einem Ritt von 14 Stunden ausser einer kleinen Lichene, die selten genug war, kein einziges Gewächs zu erblicken vermochte, fand er den Eindruck nicht so sehr auffallend, weil er auf der Reise von Coquimbo nach Copiapo sich bereits an ähnliche Landschaften gewöhnt hatte. Mochten dieselben aber auch aus der Ferne ebenso wüst erscheinen, so gab es hier doch selten einen Raum von 400 Schritten, wo man nicht »bei sorgfältiger Untersuchung einen kleinen Strauch, einen Cactus oder eine Lichene hätte auffinden können«, und dann liegen hier im Boden die keimfähigen Samen, die bei dem ersten, gelegentlichen Regenschauer aufgehen.

Anders wie im Norden verhält sich die chilenische Küstenflora an ihrer Südgrenze; hier endet der Garten von Valparaiso an einer scharf bezeichneten Vegetationslinie, wo die dichten Wälder plötzlich beginnen. Dies erfolgt in einer etwas höheren Breite, als an der Kordillere der Anden: nach Darwin's Beobachtung berühren sich beide Floren fast unmittelbar an der Küste von Concepcion (36°

S. B.), er sagt, »sie vermischen sich fast plötzlich«. Poeppig⁷⁾ rückt die Polargrenze der Wälder etwas weiter nach Norden, an den Fluss Maule (35° S. B.). Die Waldregionen der inneren Kordillere hören eben da (etwa 34° S. B.) auf, wo die Schneelinie so steil herabsinkt. Ueber das Niveau der chilenischen Schneegrenze haben wir genauere Auskunft aus der Breite von Valparaiso [33° S. B. 1)]: sie liegt hier, wie schon angeführt wurde, 13800 Fuss hoch, also ebenso hoch wie im tropischen Mexiko. Eine trockene Atmosphäre, die den Schneefall mindert und den Sonnenstrahlen freien Zutritt gewährt, ist die Ursache ihrer hohen Lage. Da die Puna-Region in Chile fehlt und also der Einfluss des Hochlands auf das Höhenklima wegfällt, so ist die Trockenheit der Luft wohl nur davon abzuleiten, dass die Anden hier weder auf der West- noch Ostseite von Seewinden getroffen werden. Vergleichen wir sie mit andern Gebirgen unter entsprechender Polhöhe, so finden wir gleich hohe Schneelinien in Asien nur da, wo dieselben durch anschliessendes Hochland elevirt sind. Die chilenischen Anden sind in dieser Beziehung ohne ihres Gleichen und bieten daher der alpinen Flora unverhältnissmässig weite Niveauabstände, während das Gegentheil in wenig höherer Breite auf demselben Gebirgszuge eintritt. Aber dieselbe Dürre, welche die Schneegrenze erhöht, beschränkt auch den alpinen Pflanzenwuchs und, so weit in vertikalem Sinne die Grenzen der alpinen Region auseinanderliegen, so eng ist, mit Peru verglichen, ihre horizontale Ausbreitung, weil der Kamm der Anden hier zu einer einfachen oder doch schmalen Kordillere zusammenrückt. Denn die südliche Gebirgskette, welche vom Meere sich erhebt, kann zwar als eine Wiederholung der Küstenkordillere betrachtet werden, aber die alpine Region wird durch sie nicht erweitert, indem sie viel zu niedrig ist und vom Hauptzuge der Anden durch eine tiefe Einsenkung abgesondert wird, eben durch jenes grosse Längenthal, durch welches die natürlichen Hülfquellen des Landes vor denen Perus so sehr bevorzugt sind.

Vegetationscentren. Ogleich eine Vermischung der chilenischen mit den Nachbarfloren stattfindet, so ist die Menge der endemischen Pflanzen doch bei Weitem überwiegend. Verhältnissmässig die meisten Arten haben die mittleren mit den südlichen Provinzen Chiles gemein, und doch beträgt deren Zahl, so weit ich die

Angaben zu beurtheilen vermag¹⁰⁾, noch nicht 20 Procent von der Gesamtsumme der Gefässpflanzen, welche aus der Uebergangsflora bis jetzt bekannt geworden sind. Diese Absonderung ist um so merkwürdiger, als das breite, die Verbindungen erleichternde Längenthal zwischen den Anden und der Küstenkordillere sich ununterbrochen über acht Breitengrade [33° — 41° S. B.¹¹⁾] von Santiago bis zum Binnenmeer von Chiloe erstreckt. Sie ist nicht bloß eine Folge des klimatischen Gegensatzes, sondern auch daraus zu erklären, dass die Erzeugnisse der offenen Landschaften sich nicht leicht mit denen der dichten südlichen Wälder vermischen können. Hiernach ist man eben berechtigt, in Chile zwei selbständige Vegetationsgebiete zu unterscheiden, die sowohl durch den Endemismus ihrer Erzeugnisse als durch den klimatischen Wechsel und die dadurch bedingte Waldgrenze von einander getrennt werden. Ueber den Zusammenhang der Floren von Chile und Peru liegen noch keine umfassende Vergleichen vor. Beträchtlich ist indessen die Anzahl der gemeinsamen Arten nicht: denn, obgleich die Klimate beider Länder allmählig in einander übergehen, so wirkt doch die Wüste Atacama den Wanderungen der Pflanzen als eine nur in seltenen Fällen zu überschreitende Schranke entgegen, da ungeachtet des hohen Niveaus, zu dem sie sich von der Küste aus erhebt, in ihrem Bereich wenig mehr als 400 Gefässpflanzen nachgewiesen werden konnten¹²⁾. Aber wie dieser regenlose Abschnitt der Anden die Flora scheidet, so bildet derselbe doch zugleich nach der eigenthümlich geebneten Gestaltung seiner Oberfläche die bedeutendste Verbindungsbahn für den Pflanzenaustausch zwischen dem nördlichen Chile und den Pampas. Hier ist das Klima zu beiden Seiten der Anden ähnlich, aber weiterhin steht der zusammenhängende, schneebedeckte Kamm der Kordillere als mechanisches Hinderniss der Vermischung beider Floren entgegen. Leichter, als über ihre hohen Pässe, kann über die freien Hochebenen der Wüste der doch nur beschränkte Austausch¹³⁾ vermittelt werden. In der alpinen Region der chilenischen Anden lassen sich endlich in noch größerem Umfange, als in Peru, Wanderungen längs der Kordillerenkette bis zum Feuerlande erkennen, wobei einzelne Arten, allmählig herabsteigend, schon an der Magellanstrasse das Niveau des Meeres erreichen und hier also ähnliche Erscheinungen sich wiederholen, wie sie in der nördlichen Hemisphäre so

gewöhnlich sind. Im Uebrigen sind die chilenischen Vegetationscentren durch das stille Meer so vollständig abgesondert, dass höchstens die einsame Insel Juan Fernandez an ihren Erzeugnissen noch einigen Antheil hat.

Nicht aber die Ansiedelungen allein sind durch das Meer gehindert worden, sondern es fehlt auch an Fällen näherer Verwandtschaft der Organisationen mit den zunächst gelegenen Inseln von Neu-Seeland ¹⁴⁾ und mit den übrigen Festländern der südlichen gemässigten Zone. Wenigstens besteht diese in weit höherem Grade mit Nordamerika und zeigt sich namentlich darin, dass die meisten grösseren Pflanzenfamilien dieselben sind: nur einige kleinere Gruppen und die Synanthereen mit Lippenblüthen (die Labiatifloren) sind für die südlichen Centren des Kontinents charakteristisch. Auch bilden solche Gruppen nicht, wie die Proteaceen und Restiaceen des Kaplandes und Australiens eigenthümliche Bildungskreise, sondern sind als abweichende Typen grösseren Familien verwandt, die auch die nördliche Hemisphäre bewohnen ¹⁵⁾. Aus den klimatischen Analogieen, die auch in den übrigen Erdtheilen bestehen, ist die nähere Verwandtschaft zwischen den Organisationen beider gemässigten Zonen in Amerika nicht allein zu erklären. Diese hat in Chile zu einer besonders reichlichen Ansiedelung von europäischen Ruderalpflanzen und von Gewächsen feuchter Standorte geführt ¹⁶⁾, aber der Austausch durch Wanderungen, wovon bei Kalifornien die Rede war, konnte in Afrika ebenso leicht stattfinden, wie in Amerika, und dennoch ist dort die Uebereinstimmung der Familien und Gattungen, die der Darwinismus der Ansiedelung der Arten, geologisch betrachtet, gleich stellt, in weit geringerem Grade bemerklich, als hier. Die Verwandtschaft der Organisationen scheint vielmehr hier auf die gleichzeitige Entstehung des ganzen Erdtheils bezogen werden zu dürfen, auf den wir aus der in beiden Hemisphären gleichartig erfolgten Erhebung des Andensystems schliessen können. Wie in jeder Periode der Vorwelt gewisse Familien die herrschende Vegetation bildeten, so ist auch von den späteren Zeiten, als die heutigen Arten geformt wurden, eine gleichzeitige Entstehung des Gleichartigen anzunehmen. Nun reicht das orographisch-geologische Hebungssystem des Kaplandes wohl bis Abessinien, aber nicht bis Europa, das australische ist noch selbständiger abgesondert: also nur

in Amerika finden wir einen solchen Zusammenhang der den Kontinent gestaltenden Gebirgsketten und auch nur hier in den gemässigten Zonen beider Hemisphären eine gewisse Uebereinstimmung ihrer Floren, die aus den gegenwärtig wirksamen Naturkräften nicht zu erklären ist.

Der Umfang der zur Uebergangsflora von Chile gehörenden Provinzen von Atacama bis Valparaiso beträgt nur etwa 3000 g. Quadratmeilen. Die Zahl der daselbst bis jetzt beobachteten Pflanzen schätze ich auf 2500 phanerogamische Arten, von denen wohl 1800 als endemisch betrachtet werden dürfen. Von den Gattungen finde ich, abgesehen von manchen noch nicht sicher gestellten, der Flora etwa 35 eigenthümlich und beinahe ebenso viele dieser und der südchilenischen gemeinsam angehörend: die ersteren vertheilen sich unter 22 Familien¹⁷⁾, und eine grössere Anzahl enthalten nur die Synanthereen und die Liliaceen. Die meisten dieser endemischen Gattungen sind monotypisch. Wie in den peruanischen Anden giebt es übrigens auch in Chile eine Reihe von Gattungen mit einer ungewöhnlich grossen Anzahl von Arten¹⁸⁾.

Die Reihe der vorherrschenden Familien¹⁹⁾ ist der der tropischen Anden in sofern ähnlich, dass auch hier die Synanthereen ungewöhnlich zahlreich sind und dass unter ihnen die Labiatifloren einen grossen Bestandtheil bilden. Hierauf folgen, nach der Zahl der einheimischen Arten geordnet, die Leguminosen, Gramineen, Caryophyllen (besonders durch Portulaceen vertreten), die Liliaceen (mit Einschluss der Amaryllideen), die Cruciferen, Umbelliferen, Scrophularineen und Solaneen, demnach grösstentheils Familien, die in ähnlichen Klimaten der nördlichen Hemisphäre ebenfalls einen überwiegenden Bestandtheil der Vegetation ausmachen.

XXIII.

Antarktisches Waldgebiet.

Klima. Antarktisch sind die Landschaften genannt worden, die dem Kap Horn zunächst liegen, weil von den drei Kontinenten der Südhemisphäre Amerika hier die höchste südliche Breite erreicht. Dieselbe Bezeichnung hat sich auch, seitdem Forster die dortigen Bäume antarktische nannte, in Bezug auf die Vegetation eingebürgert, aber, so wenig die Breitengrade der Polarzone entsprechen, so darf man auch keineswegs sich vorstellen, dass die arktische Flora am Gestade von Fuegia ihr Gegenbild erhielt. Diese Insel, die durch ihre Gebirgsbildung an das norwegische Hochland und dessen Fjorde erinnert, ist von Wäldern umgürtet und erst über diesen, freilich schon in geringer Meereshöhe, erzeugt sie eine Vegetation, die der arktischen ähnlich ist. Es ergibt sich also hieraus, dass die antarktische Flora nicht mit den jenseits der Baumgrenze gelegenen Polarländern, sondern mit dem Norden Europas und dessen alpinen Regionen verglichen werden kann.

Die Wälder des Feuerlands mit ihren antarktischen Buchen reichen längs der pacifischen Abdachung der Anden bis zum südlichen Chile (34^o—56^o S. B.). Mit der nordwärts zunehmenden Wärme mehren sich zwar die Bestandtheile ihrer Vegetation, bis sie an der chilenischen Waldgrenze die grösste Mannigfaltigkeit erreichen, aber nur eine Abstufung, keine bestimmte Naturgrenze tritt uns hier entgegen, weder in der Vegetation selbst, noch im Klima. Das Gemeinsame besteht in der Masse von Feuchtigkeit, welche das stille Meer diesen Küsten zuführt und die Kette der Anden, vom Regenwinde getroffen, niederschlägt. Wie in den nördlicheren

Breiten Europas die äquatorialen Luftströmungen und ihre Wolken mit dem heiteren Himmel der Polarströmungen in kurzen Perioden regellos abwechseln und wie in Folge dessen sich die atmosphärischen Niederschläge über alle Jahreszeiten vertheilen, so führen auch hier die westlichen Aequatorialwinde den Wasserdampf vom Meere herbei und kehren so häufig wieder, dass die Vegetation der Feuchtigkeit nie zu entbehren hat. Wie auf den Alpen oder an den Küsten Norwegens häufen sich die Wolken, weil die kalten Gebirgshöhen, mit ewigem Schnee bedeckt, sich dem dampfbeladenen Winde entgegenstrecken. So ist Chile das einzige Festland der Südhemisphäre, wo, wie in Europa, von der subtropischen des Winterregens sich polwärts eine andere Zone scheidet, die das ganze Jahr hindurch befeuchtet und bewässert ist.

Da aber hier diese Feuchtigkeit mit einem milderen Winter gepaart ist, so bewahren die meisten Bäume ihr Laub und die ganze Küste, selbst jede Insel von Chiloe bis zum äussersten Punkte von Fuegia, ist mit undurchdringlichem Walde bedeckt¹⁾. Ferner unterscheidet sich dieses antarktische Waldgebiet vom nördlichen Europa theils dadurch, dass der Winter noch feuchter ist, als der Sommer, theils dass die Niederschläge so massenhaft fallen und die Tage des Regens und umwölkten Himmels so häufig eintreten, wie es ausserhalb der Tropenzone sonst nur noch an wenig vereinzelt Orten vorkommt. In Valdivia (40° S. B.) wurden in einem Jahre 156 Regentage und ausserdem 70 verzeichnet²⁾, an denen die Atmosphäre bewölkt war; in Puerto Montt (41½° S. B.) betrug nach sechsjährigem Durchschnitt der Regenfall 96 Zoll³⁾. Die Wälder haben daher auch eine grössere Aehnlichkeit mit denen tropischer Gebirge, als mit den Tiefländern der gemässigten Nordhemisphäre. Die Südfrüchte, die im centralen Chile so trefflich gedeihen, reifen hier nicht¹⁾: der Zuckerbildung in der saftigen Frucht ist die Seltenheit des Sonnenscheins nachtheilig. Das europäische Obst leidet weniger, und es ist bemerkenswerth, dass der Apfelbaum sich in dem feuchten Klima von Concepcion bis Chiloe in der ausgedehntesten Weise verwildernd angesiedelt hat¹⁾.

Von den südehilenischen Wäldern bis zum Feuerlande nimmt die Temperatur beträchtlich ab²⁾: die Mittelwärme von Valdivia (40° S. B.) beträgt 9°, von Port Famine an der Magellanstrasse

wahrscheinlich 4⁰,5 R. Es giebt eine Vorstellung von dem klimatischen Verhältniss der Nord- und Südhemisphäre, dass diese mittleren Temperaturen mit denen von Paris und Stockholm nahe übereinstimmen, und dass die entsprechenden Orte im ersteren Falle zehn, im letzteren sechs Breitengrade näher zum Aequator gelegen sind. Allein viel wichtiger für die Vegetation ist der geringere Unterschied der Jahreszeiten. Darwin hat das Klima an der Magellanstrasse mit dem von Irland verglichen: es ergiebt sich, dass dort der Sommer etwa um 4⁰ R., der Winter um 2⁰ kälter und die Jahreswärme vielleicht um 3 Grade niedriger steht. An keinem Orte der europäischen Westküste ist das Seeklima so entschieden ausgebildet, wie hier. In Valdivia beträgt der Wärmeunterschied der entgegengesetzten Jahreszeiten weniger als 6⁰ R. Nur das kalifornische Küstengebiet zeigt ähnliche Verhältnisse, aber dort fehlt die andauernde Feuchtigkeit, und, wo jenseits des Oregon die Regenmenge gross wird, scheint die Wärme nicht hinreichend, Analogieen eines Tropenwaldes, wie in Valdivia, zu erneuern.

Ungeachtet der gleichmässigen Temperatur, welche der Entwicklung der Pflanzen zu keiner Jahreszeit eine Schranke zu setzen scheint, ist doch ein Stillstand der Vegetation während des Winters schon im südlichen Chile unverkennbar⁶⁾. Auch da, wo weder Frost noch Schneefälle eintreten, äussert sich der Einfluss steigender oder sinkender Temperaturen auf die Periodicität des Pflanzenlebens. Der Sommer, welcher in Valparaiso durch seine Dürre die Strömungen der Säfte zum Stillstand nöthigt, ist schon in Concepcion eine blüthenreiche Jahreszeit. Dort beginnt im Juli mit dem Winter, hier erst im September mit dem Frühlingsanfang der Bildungstrieb der Pflanzen sich zu regen, und die Waldbäume blühen erst zu Ende Oktober. Dort fällt mit der Regenzeit die Steigerung der Lebenskraft zusammen, hier entlauben sich die Bäume, die nicht immergrün sind, gerade zu der Zeit, wo die häufigsten Regen fallen, aber zugleich die Temperatur im Sinken begriffen ist. Die Vegetationsperiode hat in diesem Klima eine lange Dauer, aber natürlich verkürzt sie sich, je weiter man nach Süden kommt.

Hiernach und nach der Höhe der Mitteltemperatur kann man eine nördliche und südliche Zone der antarktischen Flora unterscheiden, von denen die erstere noch die Insel Chiloe, die letztere

den Chonos-Archipel in sich fasst⁷⁾. In dem nördlichen Abschnitt (34°—44° S. B.) hat der Wald eine grössere Anzahl von Baumarten aus verschiedenen Familien und die Bambusenform voraus, die Stämme sind mit Lianen und Epiphyten reichlicher bekleidet: der Raum ist zur Herstellung undurchdringlicher und von einander abhängiger Massen ausgenutzt, wie im Tropenwalde, nur nicht von gleichem Formenreichtum. Jenseits der Insel Chiloe, wo im Golf von Peñas die Gletscher der Anden zum Meer herabzureichen anfangen, herrschen dagegen bis zum Kap Horn (44°—56° S. B.) die antarktischen Buchen fast allein. Aber da die herrschende Baumart, welche im Winter sich entlaubt (*Fagus antarctica*), von einer andern immergrünen Buche (*F. betuloides*) begleitet wird, so ist die Physiognomie des Waldes doch auch hier von der des nördlichen Europa abweichend. Gegen den Südpol hin ist Fuegia das äusserste Land, welches Baumwuchs erzeugt hat. Noch diesseits der südlichen Polarzone scheint überhaupt jede Spur von Landpflanzen aufzuhören.

Vegetationsformen. Feuchtigkeit oder vielmehr die dadurch bedingte Verlängerung der Vegetationsperiode hat in Chile den bedeutendsten Einfluss auf die Höhe des Baumwuchses. Statt zwerghafter Holzgewächse begegnet uns nun ein geschlossener, fast das ganze Land bekleidender Hochwald. Valdivia kann Bauholz im Ueberfluss und von der trefflichsten Beschaffenheit liefern, die Stämme haben in den dortigen Beständen eine Stärke, wie die Waldbäume Europas, aber von den noch grösseren Dimensionen, wie sie im Oregongebiete vorkommen, ist doch nichts bekannt geworden. Bei mehreren Baumarten bemerke ich, dass die Blätter von geringer Grösse sind, namentlich bei den antarktischen Buchen, und dies hat wohl Forster, als er von denselben die erste Kunde gab, dazu verleitet, dass er die immergrüne Art von Fuegia (*Fagus betuloides*) für eine Birke hielt. Immerhin kann der Umfang des einzelnen Blatts durch die Menge der Organe ersetzt werden, die in einem bestimmten Verhältniss zu dem Wachsthum des Stammes stehen müssen. Im Gegensatz zu dieser Belaubungsform bei den Bäumen kommt eine Staude vor (*Gunnera chilensis*), deren am Rande eingeschnittene runde Blätter zu erstaunlicher Grösse auswachsen: Darwin¹⁾ beschrieb einige Pflanzen dieser Art, bei welchen dieselben, vier oder fünf an einem Stengel, beinahe acht Fuss im Durchmesser massen, und

gewöhnlich sind sie grösser, als bei dem in dieser Beziehung ähnlichen Rhabarber, der unter so abweichenden klimatischen Bedingungen steht. Zur Dekoration in Gärten wären diese Gunneren passend, so wie manche andere antarktische Gewächse mit schöngefärbten Blüten, aber nicht leicht würde man bei der Kultur den bewölkten Himmel nachahmen, der sie vor der Sonne schützt, und ihnen die gleichmässige Wärme verschaffen können, der ihre Entwicklung verlangsamt.

Die immergrünen Bäume der Lorbeer- und Olivenform vertheilen sich in Valdivia unter etwa zwölf Familien, von denen jedoch die meisten nur einzelne Arten aufzuweisen haben. Mehrere Laurineen (z. B. *Persea Lingue*) können als Vertreter einer Familie der Tropen betrachtet werden; nur wenige entsprechen dem besondern Bildungskreise Südamerikas, so ein grosser Myrtaceenbaum (*Luma*), ferner die Magnoliacee der Anden (*Drimys*), welche in Fuegia als hoher Baum die Buchen begleitet, und ein dem wilden Oelbaum ähnlicher Monotyp, der den Euphorbiaceen verwandt ist (*Aextoricum*). Die übrigen stehen nach ihrer systematischen Stellung in nächster Beziehung zu Arten oder Gattungen, die über die jenseitigen Küstenländer und Inseln des stillen Meers zerstreut sind. In Neuseeland und Tasmanien finden sich ähnliche Buchen und Arten einer Tiliaceengattung (*Aristotelia*), auf der letzteren Insel wiederholt sich der Bau eines Rosaceenbaums (*Eucryphia*). Ebenfalls in Neuseeland und Australien wachsen die nächstverwandten Gattungen von zwei Monimieen (*Laurelia* u. *Peumus*), sowie von einer Saxifragee (*Caldcluvia*). Noch näher mit der australischen Flora verknüpft sich die südchilenische durch die Proteaceen, von denen zwei Gattungen vorkommen (*Embothrium* u. *Lomatia*), deren Belaubung weniger an das dort vorherrschende starre und glanzlose Blattgewebe, als an das der Olive erinnert; andere Arten haben getheilte Blätter und reihen sich an die Tamarindenform (z. B. *Guevina*). Ein Synanthereenbaum (*Flottowia*), der für den grössten in dieser Familie erklärt wird [bis 100 Fuss hoch⁵], verbindet Südchile mit den oceanischen Inseln Juan Fernandez, den Galapagos und St. Helena. Durch alle diese Baumformen scheint ein genetischer Zusammenhang ausgedrückt zu werden, den wir in den nördlicheren Gegenden Chiles vermissten, mit weit entlegenen Küsten, die aber doch derselben geographischen

Zone angehören oder von den Südamerika umschliessenden Meeren bespült werden. Allein es ist schwer zu entscheiden, welchen Antheil daran die klimatischen Analogieen haben, welche den gemässigten Breiten der Südhemisphäre gemein sind. Denn wie die Wälder daselbst einer flachen Temperaturkurve, einer mässigen Wärme und einer langen Vegetationsperiode entsprechen, so finden wir unter ähnlichen Bedingungen auch die Buchen, freilich nicht die immergrünen, in der nördlichen Hemisphäre wieder, mit welcher ein Austausch zur Zeit ihrer Entstehung nicht füglich angenommen werden kann.

Zur eigentlichen Buchenform gehören ausschliesslich und dem ganzen Umfange des Gebiets entsprechend die Buchen, welche im Winter ihr Laub verlieren und dasselbe beim Ausschlagen zierlich falten. Die beiden Hauptarten sind, ohne sich in ihrem Vorkommen auszuschliessen, so vertheilt, dass die eine in Fuegia (*Fagus antarctica*), die andere in Valdivia (*F. obliqua*) als herrschender Waldbaum auftritt. Die letztere, an etwas grösseren Blättern kenntlich, wird unter dem Namen Roble zur Holzausfuhr verwendet; beide werden von immergrünen Arten begleitet. Im westlichen und feuchteren Theil von Fuegia ist die immergrüne Buche (*F. betuloides*) häufiger, die im Winter entlaubte bekleidet die östlichen Abhänge, die vor den Regenwinden mehr geschützt sind⁹⁾. Hooker⁷⁾ bemerkt indessen, indem er diese Beobachtung anführt, dass, da beide Arten auch neben einander unter ganz gleichen Bedingungen vorkommen, hierin ein starker Beweis liege, dass sie unabhängig von einander entstanden sind. Jede für sich betrachtet aber erscheint in mannigfach wechselnder Gestalt und Aderung des Blatts, so dass mehrere der von den Botanikern unterschiedenen Arten als zweifelhaft angesehen werden müssen (z. B. *F. procera* und *pumilio* als Varietäten von *F. obliqua*, die valdivianische *F. Dombeyi* von *F. betuloides*). Hier haben wir einen Fall, der zeigt, wie wenig es gerechtfertigt ist, bei dem Problem der Vegetationscentren die Entstehung der Arten und Varietäten unter gleichem Gesichtspunkt aufzufassen. Vergleicht man zwei ähnliche Mineralkörper, die aus verschiedenen Grundstoffen bestehen, mit einem andern, der von gleicher Zusammensetzung doch in mehreren Formen auftritt, so wird man nicht daran denken, beide Fälle einander gleichzustellen. Bei den Formen der organischen

Natur glaubt man das Veränderliche und Beständige auf gleiche Weise behandeln und von demselben Ursprunge ableiten zu dürfen. Der Unterschied liegt doch nur darin, dass die Entstehungsweise der Mineralien aus ihren Grundstoffen bekannt, die der Pflanzenarten der Beobachtung entzogen ist. Die antarktischen Buchen geben dies zu erwägen mehrfachen Anlass. Sie gehören zu einer Gattung, die unter den gemässigten Breiten Südamerikas in veränderlichen Formen spielt und doch zugleich mehrere selbständige Arten auf demselben Boden erzeugt hat, die dagegen, wo sie in der nördlichen Hemisphäre auftritt, in jedem ihrer abgesonderten Wohngebiete (in Europa, Japan und Nordamerika) nur vereinzelte Arten aufweist, welche keiner bemerkenswerthen Variation unterworfen sind. In der südlichen Hemisphäre findet sie einen grössern Spielraum, jedoch nur an den Küsten des stillen Meers: mit dem Abstände vom antarktischen Gebiet, wo der Kreis ihrer Formen am grössten ist, vermindert sich die Zahl der Arten: Neuseeland hat ebenfalls mehrere, Tasmanien noch zwei Arten.

Diese Verknüpfung süd- und nordhemisphärischer Vegetationscentren, zwischen denen ein ehemaliger Austausch unerklärlich sein würde, wiederholt sich in ähnlicher Weise bei den Coniferen, von denen etwa 10 Arten aus der antarktischen Flora sicher bekannt sind. Wenn auch als Bauholz zum Theil von hoher Bedeutung, sind sie meist auf enge Wohngebiete eingeschränkt und finden sich zum Theil nur einzeln oder gruppenweise dem Laubwalde beigemischt. Die chilenische Araucarie (*A. imbricata*) schmückt die beiden Cordilleren von Aracanian (37° — 39° S. B.) und soll die Flüsse nicht überschreiten¹⁰, welche diese Landschaft von Concepcion und Valdivia trennen und zwischen denen sie eingeschlossen ist. Dieser prächtige Baum, der in den Gärten Europas so eigen anmuthet, wird in seiner Heimath oft über 100 Fuss hoch, im Wuchs schlank, wie ein Mastbaum, die Krone wie eine an der obern Seite abgeplattete Halbkugel gestaltend⁴), mit dunkler Belaubung aus gedrängten, zugespitzten, aber flachen Blättern. Von den übrigen, nicht amerikanischen Araucarien sind jenseits des stillen Meers zwei in Neu-Kaledonien, eine auf der Insel Norfolk, die westlichste in Australien heimisch. Verschieden von dieser südhemisphärischen Gattung verhalten sich die eigentlichen Nadelholzbäume, die nach ihrer syste-

matischen Verwandtschaft zu weit entlegenen Centren Amerikas selbst in Beziehung stehen, eine Gattung (*Podocarpus*) zu den tropischen Waldgebieten, die übrigen zu gewissen Coniferen der Nordhemisphäre, insofern hier der Bau der Cypresse und des Taxus durch besondere endemische Typen ersetzt wird. Auch in der Form der Blattorgane gleichen sie in zwei Gattungen (*Libocedrus* und *Fitzroya*) der Cypresse, indem die Zweige schuppenförmig von ihnen bekleidet werden, bei der dritten (der Taxinee *Saxogothea* und ebenso bei *Podocarpus*) sind sie den Blattnadeln der Tanne ähnlich gebildet. Diese Nadelhölzer beginnen auf dem Küstengebirge da, wo die Araucarien aufhören (39° S. B.): auf dem Westabhang der inneren Kordillere sind sie von dieser Breite an südwärts zum Theil bis zur Magellanstrasse nachgewiesen. Die Alerze¹¹⁾ (*Fitzroya*) ist der grösste der hiesigen Bäume und als Nutzholz einer der wichtigsten, aber an sumpfigen, mit Torfmoos bewachsenen Boden gebunden, kann er in den Wäldern von Valdivia nur vereinzelt vorkommen. Die andere Gattung von Cupressineen (*Libocedrus*) enthält zwei Arten, von denen die eine (*L. tetragona*) in Chile selbst Cypresse genannt wird. Die geographische Verbreitung verhält sich bei dieser Gattung, wie bei den Buchen: von den beiden nicht chilenischen Arten ist die eine in Neuseeland, die andere in Kalifornien einheimisch.

Wo der Baumwuchs aufhört oder unterdrückt wird, erscheint eine andere, den Cypressen in ihrer Schuppenbekleidung ähnliche Gattung als Krummholz (die Taxinee *Lepidothamnus*). Dieselbe niedergestreckte Form des Wachsthums nimmt unter solchen Bedingungen auch die vorhin erwähnte Buche an (*F. pumilio*), die in Fuegia nicht selten einen nur Fuss hohen Laubteppich aus ihren verwobenen Zweigen herstellt¹²⁾.

Die Bambusenform bildet ein Unterholz in den Wäldern von Valdivia und Chiloe, durch das gedrängte Wachstum von holzigen Gramineen werden sie eben ganz unzugänglich. Von derselben Gattung (*Chusquea*), die auch die Anden von Neu-Granada bewohnt, ist hier eine Reihe von Arten einheimisch (bis 44° S. B.), auf dem Chonos-Archipel findet sie sich nicht mehr. Die Hauptarten sind der Quila (*Ch. Quila*), in Gebüsch von 6 bis 10 Fuss Höhe auftretend, aber auch an den Bäumen emporrankend¹²⁾, und der Colihue (*Ch. Colue*), der mit härtern Blättern versehen und von höherem

Wuchse ist [bis 18 Fuss ¹³]. Die Stengelglieder des Quila sind nicht hohl, wie bei den ächten Bambusen, und durch die Neigung zu ranken ist derselbe mit andern Lianen verknüpft, an denen diese Wälder reich sind.

Der Eindruck tropischer Waldnatur, den die Berichte der Reisenden schildern, beruht nämlich weniger auf den tropischen Vegetationsformen, die in das antarktische Gebiet eintreten, als darauf, dass die Bäume mit Schlinggewächsen und Epiphyten beladen sind. Hier sieht man weder Palmen noch andere monokotyledonische Bäume dem Laubwalde beigemischt. Auch eigentliche Farnbäume, die doch Neuseeland erreichen, giebt es nicht: diese Form wird indessen durch grosse, auf einem niedrigen Holzstamm eingefügte Wedel von Farnkraut angedeutet (z. B. *Lomaria magellanica*). Neben den Bambusen kann man sodann noch die Bromelien als eine tropische Vegetationsform anführen (die Gattung *Bromelia*). Die Lianen bestehen grossentheils aus besondern Familien und Gattungen, unter denen mehrere endemische Smilaceen die bemerkenswerthesten sind (*Lazuriaga*), namentlich auch eine besonders schöne Art mit grossen, rothen Lilienblumen (*Lapageria*). Die stärkste holzige Liane ist eine Saxifragee (*Cornidia*) mit armdickem Stamm ¹³, die hoch in die Bäume hinaufsteigt und deren Laub von ihren Kronen herabhängt. Die Gruppe der Lardizabaleen verbindet die Flora von Chile mit Japan und dem Himalaja. Die Epiphyten sind nicht entfernt so mannigfaltig, wie in den Tropenwäldern, die atmosphärischen Orchideen fehlen ganz: was aber aus dieser Formenreihe vorkommt, ist von ähnlicher Bildung, wie dort, unter den Parasiten die Loranthusform, sodann ein Paar anmuthige Gesneriaceen mit scharlachrothen Blumen und unter den Farnen jene zierliche Gruppe, die in ihrer Belaubung den Moosen gleicht (*Hymenophyllum*).

In den südlichen Gegenden, wo die Bambusen nicht mehr fortkommen, wird das Unterholz der Wälder aus immergrünen Sträuchern gebildet, aus den Formen des Oleander, der Myrte und der Eriken. Mehr als zwölf verschiedenen Familien angehörig, unter denen die Ericaceen und Myrtaceen, sowie die Gattungen Berberis und Escallonia die meisten Arten enthalten, sind auch diese Gewächse in vielen Fällen durch lebhaftes Blütenfärbung geziert. An den stürmischen, ungestlichen Küsten von Fuegia verleiht es dem Buchen-

walde einen eigenthümlichen Reiz, wenn auf dem morastigen Boden oder unmittelbar am Gletschereise das Auge durch die Blumen der Fuchsia (*F. coccinea*) und des antarktischen Veronicastrauchs (*V. elliptica*) erfreut wird. Auch unter diesen Holzgewächsen finden wir ähnliche geographische Beziehungen, wie bei den Bäumen, zu Neuseeland durch jene Veronika und durch eine valdivische Cornee (*Griselinia*), zu dem hohen Norden durch das antarktische Empetrum (*E. rubrum*). Die Verwandtschaft mit der alpinen Region der tropischen Anden ist besonders durch die Ericcen und Escallonien ausgedrückt, sowie durch die Desfontainea. In den kältern Lagen erkennt man an den kleinen Ericcensträuchern (*Pernettya*), namentlich aber an dem rasenförmigen Wachstum und den gedrängten Blattorganen auf das Deutlichste die klimatische Analogie, welche die arktische mit der antarktischen Flora verbindet und die nicht selten den Schein der Identität von Pflanzen beider Zonen hervorruft¹⁾.

Vegetationsformationen. Der allgemeinste Charakter des Waldes von Concepcion bis Chiloe ist die durch die Masse der Vegetation bedingte Undurchdringlichkeit. In Chiloe, wo erst wenig Land urbar gemacht ist, führen nur einzelne Pfade von Küste zu Küste, und selbst diese sind wegen des weichen Morastbodens lästig zu betreten¹⁾. Alles Uebrige ist unzugänglicher Wald. Selbst durch das Feuer lassen sich die feuchten Bestände nur schwer vertilgen, und ihr Werth würde für die Holzausfuhr beträchtlicher sein, wenn es leichter wäre, ihnen beizukommen. Darwin erklärt diese Wälder für unvergleichlich schöner, als die einförmigen Buchengehölze von Fugia, aber, als er auf einer Insel an der Südseite von Chiloe einen Hügel besteigen wollte, gelang es ihm nicht, den Gipfel zu erreichen. Der Wald, duftend von Laurineen und Drimys, war durch das Gemisch lebender und abgestorbener Bäume so undurchdringlich, dass der Fuss oft den Boden nicht berühren konnte. Erst höher aufwärts folgten hier, mit Nadelhölzern gemischt, die antarktischen Buchen, nur von zwerghaftem Wuchs, und doch war hier noch weniger durchzukommen. In Valdivia ist der Wald ebenso unzugänglich, aber nicht wegen des dichten Wachstums der Bäume, sondern weil die Bambusen den Raum zwischen ihnen einnehmen und die Schlingpflanzen sie verweben⁴⁾. Die Laubkronen prangen hier in einem helleren, freudigen Grün¹⁾, weil die immergrünen Bäume nicht so

häufig sind und die Roble-Buche vorherrscht. Aehnlich, wie in Valdivia und auf Chiloe, werden von Poeppig⁶⁾ auch die Wälder bei Concepcion geschildert, wie sie die Höhenzüge, die in gefälligen Formen an der Küste sich lang dahinstrecken, mit dem freundlichsten Grün bekleiden, und wie aus den hohen Beständen, die sie krönen, an einem gelegentlich abstürzenden Felsen oder am Rande der Saatefelder und Weingärten die Schlingpflanzen überhängen und das Gebüsch sich hervordrängt. Die Lianen verschwinden in den höher gelegenen Wäldern von Antuco (37° S. B.), die nun zuweilen mit blumenreichen Wiesen gemischt sind: auch die Bambusen fehlen nicht, die, allmählig zu Gestrüpp verkümmern, im Gebirge bis zur Baumgrenze hinaufsteigen.

Dem auch hier also dicht verwachsenen immergrünen Laubwalde stehen in diesem Theile der Anden auf felsigem Boden die Pinnares gegenüber, Waldungen, die ausschliesslich aus Araucarien bestehen, deren essbare Samen den araucanischen Indianer ernähren. Dies sind reine Coniferenbestände, deren Boden wegen mangelnder Erdkrume unfruchtbar und nackt ist, wie in einem Kieferwalde.

Unmittelbar der Insel Chiloe gegenüber beginnt schon auf dem Chonos-Archipel¹⁾ der Waldcharakter von Fuegia. Von hieraus ist die ganze Westküste bis zum Kap Horn, wie sie, zu Archipelen und Fjorden zerrissen, an ihren umstürzten Felsgestaden nirgends eine Stätte fruchtbaran Vorlands übrig lässt, so auch in ihrer Vegetation übereinstimmend gebildet. Hier sind die einzigen Waldbäume⁹⁾ die Buchen und die immergrüne Drimys, das dichte Unterholz besteht aus Berberis und andern antarktischen Sträuchern. Aber nur in feuchten Schluchten und Binnenlagen gedeiht der Hochwald, er bedarf des Schutzes gegen die Sturmwinde des Kap Horn. An der Wetterseite verwandeln sich die Buchen in Krummholz oder lassen dem Gesträuch freien Spielraum, weil sie dem Winde nicht Stand halten und auch die Erdkrume verweht oder durch die Giessbäche fortgespült wird. An der gewundenen Magellanstrasse besitzen dahor die inneren, durch das Bergland geschützten Gegenden, wie zu Port Famine, die ansehnlichste Hochwaldung, an den westlichen Eingängen ist ihr Wachsthum unterdrückt, und auf dem Flachlande der Ostseite fehlen die Bäume ganz, weil hier die antarktische Flora aufhört. Dass aber nicht bloss jene berufenen Stürme dem Aufkommen

des Buchenwalds nachtheilig sind, sondern auch der Mangel des tiefen Humusbodens, geht aus der Beschreibung einer unfruchtbaren Gebirgsstrecke, der Cordillera pelada im Süden des Hafens von Valdivia⁵⁾, hervor, wo auf einem Glimmerschieferplateau der Hochwald schon in dem niedrigen Niveau von 2500 bis 3000 Fuss plötzlich aufhört und nur junge Stämme, bis ihre Wurzeln das Gestein treffen, sich eine Zeit lang erhalten. Auf dieser nackten Hochfläche kehren dann manche Gewächse von Fuegia wieder, wodurch ein neuer Beweis von der Zusammengehörigkeit des nördlichen und südlichen Abschnitts der antarktischen Flora gegeben ward.

Die waldlosen Landschaften nehmen nur einen verhältnissmässig kleinen Theil des antarktischen Gebiets ein. Am Fusse der hohen Anden von Valdivia scheidet sich ein Streifen offenen Weidelandes vom Urwalde aus¹²⁾, was vielleicht daraus erklärt werden könnte, dass die zwischen beiden Kordilleren eingeschlossene Thalfäche durch das Küstengebirge vor den Regenwinden mehr geschützt ist. Indessen sind diese Llanos von Valdivia doch grösstentheils bewaldet¹⁵⁾ und gehen, wenn man dem grossen Längsthale nach Norden folgt, in die Kulturbene des südlichen Chile über, die, über dem Gerölle der Anden von der fruchtbarsten Ackerkrume bedeckt, wohl ursprünglich dem Walde selbst abgewonnen worden ist. Möglich erscheint es daher, dass auch die Weidedistrikte daselbst erst der Verdrängung des Waldes ihren Ursprung verdanken. Aber die starke Humusschicht, welche der Laubfall der Bäume erzeugt, fehlt dem Weidelande in Valdivia¹³⁾, dessen Vegetation Philippi mit den baltischen Haiden vergleicht, indem mit dem Rasen der Grasnarbe die Erikenform verbunden ist (*Pernettya*) und ein kaum fusshohes Gestrüpp bildet. Auch nach den Waldbränden sieht man in diesen Gegenden zunächst Gebüsche von Holzgewächsen und neben Cyperaceen die Bambusen den Boden einnehmen⁶⁾. Dem feuchten Klima gemäss ist den Holzgewächsen eine grössere Energie, als den Gräsern, zu Theil geworden.

Erst im Süden, wo die im Boden zurückgehaltene Feuchtigkeit die Torfbildung aus den absterbenden Organen veranlasst, weichen die Wälder einer andern Formation, einer offenen Moorfläche. Während in Chiloe das ebene Land vom üppigsten Walde bedeckt ist, wachsen die Bäume in Fuegia nur an den geneigten Abhängen¹⁾,

wo der Wasserabfluss erleichtert ist. Hier erzeugt jede ebene Fläche ein starkes Torflager, das von zwei geselligen Stauden beständig erneuert wird, deren verzweigter Rasen wenige Zoll hoch und von kurzen, schmalen und anliegenden Blättern dicht bekleidet ist. Beide sind durch ihren Bau merkwürdig, in ihrer Belaubung und Kleinheit einander ähnlich: die eine ist eine Saxifragee (*Donatia fascicularis*), die andere den Liliacéen verwandt (*Astelia pumila*). Ein Paar kleine Sträucher, das Empetrum und eine Myrtacee (*Myrtus nummularia*), von nicht holzigen Gewächsen eine Ranunculacee (*Callha*) und eine Binse (*Rostkovia*) begleiten diese Vegetation der Torfstümpfe, die auf's Neue ein Beleg ist, wie die antarktischen Vegetationscentren zu den analogen Formationen der nördlichen Hemisphäre in Verwandtschaft stehen, aber ihnen zugleich eigenthümliche Gebilde hinzufügen.

Regionen. In den südlichen Anden rückt die Baumgrenze so nahe an die Linie des ewigen Schnees, wie in keinem andern Gebirge der Erde; in Fuegia ist die alpine Region bestimmter abge sondert. Da jedoch die Angaben über die Schneelinie in Südchile bedeutend von einander abweichen¹⁶⁾, so benutze ich, um dieses Verhältniss zu erläutern, nur die zuverlässigsten Beobachtungen.

Vulkan von Osorno in Valdivia (41° S. B.)

Waldregion — 4500' ¹⁷⁾ (Schneelinie).

Fuegia [54° S. B.] ¹⁸⁾.

Waldregion — 1400'.

Alpine Region — 3500'.

Poeppig¹⁹⁾ war der Erste, der es aussprach, dass auf den südchilenischen Anden die Baumgrenze mit der Schneelinie beinahe zusammenfällt. Als er den Araucarien-Wald von Antuco besuchte (37° S. B.), den nördlichsten, der in den Anden vorkommt, bemerkte er, dass diese Conifere anscheinend häufig bis zum ewigen Schnee in das Gebirge ansteige. In Valdivia, wo die Baumgrenze von Buchen gebildet wird, hat Philippi¹⁵⁾ diese Beobachtung bestätigt und erweitert. Wir finden bei ihm sogar die Behauptung, »dass die meisten Bäume und Sträucher der Ebene« am Vulkan von Osorno (41° S. B.) »so ziemlich bis zum ewigen Schnee hinaufreichen«, dessen untere Grenze er hier zu 4500 Fuss bestimmte. In der Nähe der Schnee-

linie fand er hier ausser der immergrünen Buche (*F. Dombeyi*) auch die Coligue-Bambuse in einer verkümmerten Zwergform: daneben wuchsen aber auch viele alpine Sträucher, in der Schönheit ihrer Blumen mit den Alpenrosen zu vergleichen, zum Theil dieselben Arten, wie in Fuegia (eine Proteacee, wahrscheinlich *Embothrium coccineum*; *Drimys*, Escallonien, Ericaceen, *Fuchsia*, *Berberis* und *Empetrum*). Durch die Elevation der Baumgrenze wird also die alpine Vegetation nicht ausgeschlossen. Durch diese Sträucher und durch mancherlei Stauden an den feuchten Felswänden ist sie reichlich vertreten, aber auf enge Höhengrenzen eingeschränkt, so dass die Regionen nach dem Niveau sich nicht bestimmt scheiden lassen.

Wo der Schnee in der Sonne schmilzt und der Winter den Baumwuchs zurückdrängt, entfernen sich die Gebirgswälder vom Firn und lassen der alpinen Region einen weiten Raum übrig; die Höhengrenzen heben und senken sich in gleichmässigem Verhältniss. Im antarktischen Klima haben wir den äussersten Fall des Gegentheils vor Augen, hier zeigt sich die höchste Elevation der Waldgrenze mit der tiefsten Depression der Schneelinie verbunden: daraus, dass beide Linien sich hier beinahe in demselben Niveau berühren, geht hervor, dass diese Erscheinungen auch auf entgegengesetzten Bedingungen beruhen, oder vielmehr unabhängig von einander bestehen können. Der Baumwuchs ist abhängig von der Dauer der Vegetationsperiode, die in einem so gleichmässigen Klima wenigstens bei den immergrünen Bäumen unbeschränkt ist, so dass sie zu einem Niveau ansteigen, wo diejenige Mittelwärme herrscht, die sie eben noch zu ertragen fähig sind. Die Schneegrenze ist eine Linie, bis zu welcher der Schnee im Sommer aufthaut: hier, wo der Gegensatz der Jahreszeiten gering ist und der bewölkte Himmel die Sonnenwirkung mindert, wird dieses Abschmelzen verlangsamt und tritt in um so geringerem Masse ein, als die neuen Schneefälle niemals aufhören. Unter solchen Bedingungen kann die Temperatur an der Schneelinie beträchtlich oberhalb des Gefrierpunkts liegen, aber freilich erhalten sich Bäume in ihrer Nachbarschaft nur an hinreichend geneigten Abhängen, wo das geschmolzene Schneewasser, dessen Kälte sie nicht ertragen, schnell in die Tiefe abfließt.

Oertliche Einflüsse des Standorts können, ohne dass die klimatischen Bedingungen geändert sind, hier auch sonst, indem sie

den Baumwuchs zurückdrängen, der alpinen Region einen weiteren Raum und damit zugleich eine grössere Mannigfaltigkeit von Erzeugnissen verschaffen. Wie dies bereits von der Cordillera pelada erwähnt wurde, jener fast baumlosen Hochebene an der Küste von Valdivia, die unter dem Niveau von 3000 Fuss zurückbleibt, so beschreibt auch Philippi¹⁹⁾ am Vulkan von Chillan über den Wäldern einen Gürtel von alpinen Sträuchern, dessen Grenzen ihm mehr »durch den Standort und durch heftige Winde, als durch die Temperatur« bestimmt erschienen. Dass überhaupt die Bäume an der Waldgrenze sich so leicht in Krummholz verwandeln, dient dieser Auffassung zur Stütze. Hierdurch erklärt sich auch, dass in Fuegia der Baumwuchs, weil er des Schutzes gegen den Wind bedarf, in einer so geringen Höhe aufhört, dass eine Region von wenigstens 2000 Fuss Umfang daselbst von alpinen Gewächsen eingenommen wird. Sie bilden hier die Vegetation des ebenen Bodens überhaupt. Es ist dieselbe Formation, welche die flachen Torflager bekleidet, die oberhalb der steilen Küstengehänge sich weithin ausbreiten. Je mehr in den chilenischen Anden der Wald von der Schneelinie zurücktritt, desto grösser wird die Uebereinstimmung mit dieser alpinen Flora von Fuegia, aber hier ist Dürftigkeit und auf der Kordillere ist Fülle. Gerade wie die Alpen die Höhen Lapplands an Pflanzenschmuck übertreffen, so ist auch die alpine Region von Süd-Chile, obgleich ihr so wenig Raum vergönnt ist, reich an Arten und schön⁶⁾. Mit dem Krummholz und den alpinen Sträuchern verbindet sich ein Gemisch von Standen, welches ebenso sehr von den tropischen Kordilleren, wie von den antarktischen Gegenden seine Bestandtheile entlehnt und ausserdem seine besonderen Arten erzeugt hat.

Vegetationscentren. Das antarktische Gebiet ist durch das Meer, durch die Kordillere und durch das von den Nachbarländern durchaus abweichende Klima so abgeschlossen und zum Austausch mit anderen Floren so ungeeignet, als wäre es eine oceanische Insel. Klimatisch und seiner Lage nach steht es Neuseeland am nächsten, aber die Waldformationen haben keine Aehnlichkeit, und die Anzahl der gemeinsamen Pflanzen ist unbeträchtlich²⁰⁾, wenn man von denen absieht, die ein grösseres Wohngebiet bis Australien und weiterhin umfassen. So merkwürdig es auch sein mag, dass sogar einzelne Holzgewächse sich hier über das stille Meer verbreitet haben, so ist

ihre Wanderung doch aus der antarktischen Meeresströmung, den herrschenden Westwinden, oder durch die Mithilfe der Seevögel, vielleicht auch durch alte Verkehrswege wohl hinlänglich zu erklären, ohne dass die Annahme von Landverbindungen in der Vorwelt gerechtfertigt wäre, die durch keine geologische Thatsache unterstützt wird.

Eine viel grössere Schwierigkeit für die Theorie der Vegetationscentren erwächst aus den Beziehungen, die zwischen der antarktischen Flora Amerikas und den hohen Breiten der nördlichen Hemisphäre bestehen, zwischen denen jedes Hilfsmittel des Austausches zu fehlen scheint. Die Aehnlichkeit der vikariirenden Arten ist zwar nur ein Beleg für das Gesetz der klimatischen Analogieen, aber die Behauptung¹⁴⁾, dass gegen 50 Arten von Gefässpflanzen in den von europäischer Kultur fast unberührten Magellanländern mit denen unserer Hemisphäre identisch seien, möchte wohl als ein bedeutender Einwurf gegen den Satz geltend gemacht werden, dass jede Art nur von einem einzigen Centrum ausgegangen sei. Dieser Frage habe ich, auf Lechler's Sammlungen an der Magellanstrasse mich stützend, eine ausführliche Untersuchung gewidmet¹⁴⁾, nach deren Ergebniss doch auch hier zur Ausstreuung des Samens von einem Punkte aus die gegenwärtig wirksamen Kräfte genügend erscheinen. Es wurde nachgewiesen, dass fast die Hälfte der europäischen Arten an der Magellanstrasse (22) von landenden oder gescheiterten Schiffen herführen konnte, dass andere (10) als Wasser- und Küstpflanzen über die ganze Erde zerstreut und mehr oder weniger ubiquitär sind, und dass die übrigen (17) mit einer einzigen Ausnahme spezifische Unterscheidungsmerkmale darbieten, wonach sie aus der Reihe der identischen in die der vikariirenden Arten zu versetzen sind. Die einzige, damals unerklärt gebliebene Ausnahme (*Gentiana prostrata*) glaube ich jetzt, ebenso wie die Verbreitung von gewissen Erzeugnissen eines feuchten Bodens, von den Zügen des Albatross (*Diomedea*) ableiten zu können, welcher, abweichend von der Lebensweise der meisten anderen Zugvögel, über beide Hemisphären, vom Kap Horn bis zu den Kurilen und Kamtschatka, wandert und die Standorte jener Pflanze in der arktischen und antarktischen Flora in Verbindung setzt. Mit der Beute, die dieser Vogel verschlingt, kann er auch die Samen von Pflanzen, welche, mit den Flüssen in's

Meer gespült, in den Magen der Fische übergehen, in einzelnen Fällen ausstreuen, so dass sie an fernen Küsten aus seinem Dünger aufkeimen. Solche Deutungen enthalten wenigstens nichts Hypothetisches, als dass die Uebertragung des Samens nicht unmittelbar beobachtet ist, und wie viel mehr unerwiesene und selbst unzulässige Voraussetzungen sind erforderlich, wenn man mit Hooker solche Ansiedelungen von einer vorweltlichen Eisperiode herleitet und annimmt, dass zur Zeit, als die Erde sich wieder erwärmt haben soll, eine Wanderung der Pflanzen vom Aequator in der Richtung zu beiden Polen stattgefunden habe. Bei solchen geologischen Hypothesen ist jede weitere Untersuchung ausgeschlossen, und es bleiben die nächstliegenden Fragen unbeantwortet, weshalb die arktischen und antarktischen Pflanzen nur in äusserst seltenen Fällen identisch sind, oder wie es kam, dass jene Gentiane sich nicht irgendwo auf den Cordilleren erhalten hat, wo die Bedingungen ihres Vorkommens ebenso wohl, wie auf den Alpen und auf den asiatischen Gebirgen, vorhanden sind. Die wirklichen Wanderungen von Pflanzen längs der Andenkette, wie die der *Drimys* und der *Desfontainia*, lassen sich an dem Zusammenhang der einzelnen Fundorte erkennen und wurden durch den Isthmus von Panama gehemmt.

Von grösserer Bedeutung für den Charakter der antarktischen Flora, als der Austausch mit anderen Gebieten, ist die Analogie im Bau der vikariirenden Arten, wodurch die Waldregion mit Neuseeland, die alpine mit dem hohen Norden unserer Hemisphäre verknüpft wird. Hooker hat die antarktischen Gattungen verzeichnet²¹⁾, welche in Neuseeland durch nahe verwandte Arten vertreten werden. In der australischen Flora sind solche Fälle weit seltener, in der des Kaplandes am seltensten, wie dies theils den räumlichen, theils den klimatischen Beziehungen der Vegetationscentren entspricht. Die letzteren allein aber sind für die Verwandtschaft der antarktischen Flora mit der des hohen Nordens²²⁾ massgebend.

Man kann auf den Umfang des antarktischen Gebiets etwa 4000 g. Quadratmeilen²³⁾ rechnen. Ungeachtet des feuchten Klimas und der grösseren Verschiedenheit der Standorte erkennt man, von der chilenischen Uebergangsflora ausgehend, eine ebenso entschiedene Abnahme des Reichthums an Arten, wie in Europa mit wachsender Polhöhe eintritt. Eine Schätzung der bekannt gewordenen Pflanzen²⁴⁾

ergiebt gegen 1600 Arten, von denen etwa 1200 endemisch sind; Hooker's Flora der Magellanländer, soweit sie den südlichen Abschnitt unseres Gebiets umfasst, enthält noch nicht 300 Phanerogamen. Von endemischen Gattungen hat die antarktische Flora etwa 25 geliefert²⁵), die sich unter 13 Familien vertheilen und (mit Ausnahme von *Myzodendron*) fast sämtlich monotypisch sind. Eine Mehrzahl von Gattungen enthalten die Synanthereen (6), die Coniferen und Smilaceen (je 3).

Die Reihe der vorherrschenden Familien stellt sich verschieden heraus, je nachdem man das ganze Gebiet oder den südlichen Abschnitt der Magellanländer allein zu Grunde legt²⁶). Demungeachtet zeigen beide Reihen eine grosse Analogie mit den verwandten Floren der nördlichen Hemisphäre, wie es in den übrigen südlichen Kontinenten nirgends und ausserdem nur noch in Neuseeland der Fall ist. Eine Eigenthümlichkeit besteht darin, dass den Vegetationscentren der Nachbarfloren gemäss unter den Synanthereen auch hier noch die Labiatifloren vertreten sind.

XXIV.

Oceanische Inseln.

Nach der Darstellung der kontinentalen Florengebiete bleiben uns noch diejenigen oceanischen Inseln zu erläutern übrig, auf denen eine selbständige Entstehung von Pflanzen nachgewiesen werden kann: bei den übrigen ist es ungewiss, ob sie ihre Vegetation nur von auswärts entlehnt oder durch den Austausch die Spuren ihrer eigenen Bildungskräfte verloren haben. Eine hohe Wichtigkeit kommt jenen entlegenen Archipelen und Inseln des Oceans zu, wo die Bahnen, auf denen die Vermischung der Floren erfolgt ist, sich leichter erkennen lassen, wo die endemischen Gewächse selbst von denen aller Festländer oft bedeutend in ihrem Bau abweichen und wo die ursprüngliche Anordnung der Centren sich reiner, als anderswo erhalten hat. Von solchen Inseln ist eben die Theorie des Endemismus und der Pflanzenwanderung ausgegangen. Nachdem jedoch die ihnen gemeinsamen Züge in früheren Abschnitten bereits grösstentheils erörtert wurden, können wir uns hier auf eine abgekürzte Darstellung beschränken, welche in ähnlicher Weise geordnet ist, wie die Reihe der Kontinentalfloren, mit denen die einzelnen Inselgruppen in näherer Beziehung stehen.

1. **Azoren.** Zwischen dem 40. Breitengrade und dem nördlichen Wendekreise liegen im atlantischen Meere drei Archipele, die, zwar in weiten Abständen von einander getrennt, doch durch ihre Vegetation in enge Verbindung treten. Man hat ihre Flora, die einer gebirgigen Oberfläche von 200 g. Quadratmeilen selbständig entsprossen ist und sodann von auswärts bereichert wurde, als die atlantische bezeichnet, Webb nannte sie die makaronesische. Von

dem Umfange der drei Archipele kann man sich eine Vorstellung machen, wenn man sie mit der Grösse von Schweizer Kantons vergleicht, mit dem Waadtlande die Azoren (54 g. Quadratmeilen zwischen 37° und 40° N. B.), mit Schwyz Madeira nebst Porto santo (16 Q.-M. unter 33° N. B.), und mit Graubündten oder Bern die kanarischen Inseln (132 Q.-M. unter 25° und 29° N. B.). Sämmtlich aus Laven und vulkanischen Gesteinen aufgebaut, von denen einige tertiäre Kalkgebilde mitgehoben wurden, scheinen diese Archipele seit ihrer ersten Entstehung in derselben Anordnung, wie gegenwärtig, bestanden zu haben: denn der Vorstellung, dass sie die Ueberreste eines versunkenen Festlands seien, dem man den Namen Atlantis gab, widerspricht die gleichmässig grosse Tiefe des Meers, welches sie trennt und aus dem sie gleich den noch jetzt zu Zeiten emportreibenden Inselvulkanen zusammenhanglos zu steilen Gipfeln ansteigen. Auch werden sie von keinem umherschweifenden Landthiere bewohnt, welches von einer ehemaligen kontinentalen Ausdehnung oder Verbindung zurückgeblieben sein möchte, und stimmen hierin mit allen übrigen oceanischen Inseln überein, die stets für sich bestanden und deren geringer Umfang den Bedingungen der animalischen Ernährung Schranken setzt.

Vom Golfstrom werden die atlantischen Archipele der Reihe nach berührt. zuerst die Azoren, wo man die Früchte einer westindischen Mimosee (*Entada*) mit keimfähigen Samen häufig angespült gefunden hat¹⁾, ohne dass sie daselbst zur Entwicklung gelangen, hierauf Madeira und zuletzt die kanarischen Inseln. Auf diesen hat aber ungeachtet ihres wärmeren Klimas ebenso wenig, wie dort, eine Ansiedelung von Pflanzen aus dem tropischen Amerika stattgefunden. Europa ist der Kontinent, von welchem die eingewanderte Vegetation der Azoren abstammt. mit dem sie durch den Sommerpassat in Verbindung stehen und von wo auch Vögel im Winter massenweise herüberziehen²⁾. Auch durch ihr Klima und ihre geographische Lage haben die Azoren, obgleich weit nach dem fernen Westen hinausgerückt, doch zu Europa eine nähere Beziehung, als zu Amerika. Der Küste Portugals liegen sie fast um ein Drittel näher, als den am weitesten nach Osten vorspringenden Theilen von Newfoundland und Brasilien (etwa im Verhältniss von 240 zu 345 g. Meilen). Ihr Klima³⁾, wie das von Südeuropa durch den Sommerpassat beeinflusst,

stimmt in seiner Mittelwärme mit den Messungen in Cadix überein: allerdings ist die Temperatur noch gleichmässiger, als in Andalusien, der kälteste Monat entspricht noch dem Mai von Berlin. Auch der Winterregen Portugals (November bis März) wiederholt sich in S. Miguel, wo die Niederschläge in der wärmeren Jahreszeit schwach sind. Aber freilich beziehen sich die Beobachtungen nur auf die Küste der Azoren: in höheren Lagen verdichtet sich der Wasserdampf bei jeder Windesrichtung und hüllt auch im Sommer das Gebirge in Wolken, dessen Wälder daher beständig von Nebel und Regen getränkt werden.

Die Vegetation der Azoren ist der des Mittelmeergebiets in soweit ähnlich, dass die Waldbäume der Lorbeerform angehören und immergrüne Sträucher die Holzgewächse sind, welche den grössten Theil der Insel bekleiden. Der reineren Ausbildung des Seeklimas und der grösseren Feuchtigkeit entsprechend, gedeihen die Farne üppiger und wachsen in grössern Massen zusammen, namentlich in der Region der Wolken, wo die ansehnlichste der atlantischen Arten (*Dicksonia calcita*, von 2000 Fuss an) zuerst auftritt. Ferner äussert sich der Einfluss des feuchten Bergklimas darin, dass die immergrüne Region in ein viel höheres Niveau hinaufreicht, als in Europa, ja auf den meisten Inseln bis zu ihren Gipfeln die einzige ist. So erscheint selbst die innere Böschung des Kraters von Fayal⁴⁾ (1300 bis 3000 Fuss) als eine feuchte Schlucht, die mit einem grünen Teppich von Farnen und von Maquis dicht bekleidet ist. Die Holzgewächse, gerade diejenigen Formen, welche durch ihr geselliges Wachstum die Physiognomie der Landschaft bestimmen, sind grösstentheils nicht von Europa eingewandert. Die meisten wachsen auch auf den beiden andern atlantischen Archipelen, und eben durch sie, welche die so weit von einander entlegenen Inselgruppen verbinden, wird der systematische Charakter der atlantischen Flora bezeichnet. Auf den Azoren ist übrigens ihre Anzahl nicht bedeutend: es gehören dahin die drei Bäume, welche ihren Lorbeerwald zusammensetzen (*Laurus canariensis*, die Oleinee *Picconia excelsa* und der Fayal: *Myrica Faya*), und ein Wachholder, die einzige, daselbst einheimische Conifere (*Juniperus brevifolia*). Diese Gewächse kommen sämmtlich auch auf Madeira vor, einer Insel, die allerdings den Azoren beträchtlich näher liegt, als das Festland von Europa (in

einem Abstände von etwa 150 g. Meilen). Fand die Verbreitung durch den Golfstrom statt, so ist begreiflich, dass die Mannigfaltigkeit der Holzgewächse auf den kanarischen Inseln am grössten ist, und auf Madeira grösser, als auf den Azoren, die nur das ihnen Eigenthümliche abgeben, aber nichts von dort durch das Meer empfangen konnten.

Die vertikale Anordnung der Vegetation auf Pico, der am höchsten gehobenen Insel (7100 Fuss), wurde von Seubert nach Hochstetter's Beobachtungen dargestellt⁵⁾. Hieraus ergibt sich, dass oberhalb der immergrünen Region nur noch Spuren einer mitteleuropäischen Vegetation unterschieden werden können: in das Bereich der ersteren fallen alle übrigen Inseln, da sie sich kaum über 3000 Fuss erheben.

Immergrüne Region von Pico. 0'—5200'.

Kultivirte Region — 1500'.

Lorbeerwald — 2500'.

Juniperus brevifolia — 5200'.

Maquis. 2500'—5200'.

Mitteleuropäische Region. 5200'—7100'.

Der Lorbeerwald scheint die Inseln ursprünglich bis zum Meeresufer bedeckt zu haben, wie dies an un bebauten Stellen, z. B. auf Flores, noch jetzt hier und da der Fall ist. Ueber dem Niveau, wo die Bodenkultur aufhört, hat er sich erhalten (1500 bis 2500 Fuss): wo ihn diese verdrängt hat, sind zwar die eingewanderten Pflanzen am häufigsten, doch werden auch hier weder die Maquis noch die endemischen Erzeugnisse vermisst. Im Lorbeerwalde selbst sind unter den beschatteten Gewächsen und unter den Farnen, die den Boden bedecken, ebenfalls europäische Arten den atlantischen beigemischt (z. B. *Osmunda regalis*, *Pteris aquilina*). Die Bäume sind sämtlich von geringer Grösse und gehen zum Theil in Strauchformen über⁶⁾. Dies ist eine Folge ihrer unbeschützten Lage in der Mitte des Oceans, wo die Winde an Heftigkeit zunehmen: auf Madeira und den kanarischen Inseln zeigen die gleichen Bäume einen ansehnlicheren Wuchs. Der Wald der Azoren ist daher von den Maquis weniger deutlich abgesondert. An den Abhängen des Vulkans von Pico herrscht über der Lorbeerregion der azorische Wachholder, der sowohl als Strauch, wie als Zwergbaum wachsend, keine bestimmte Baumgrenze erkennen lässt. Uebrigens bleiben auch auf den

beiden andern atlantischen Archipelen die immergrünen Laubwälder weit unter dem Niveau der Maquis zurück, und da es nicht an Feuchtigkeit fehlt, so scheint es, dass der Boden, mit Laven und vulkanischen Geröllen bedeckt, der Ausbreitung des Waldes nach aufwärts entgegensteht. Die Gebüsch der Wachholderregion (2500 bis 4500 Fuss) enthalten neben dem Fayal, der hier auch vom Boden aus verzweigt ist, den einzigen Strauch, dessen Heimath afrikanisch ist (*Myrsine africana*) und der, vom Kaplande und aus Abessinien bekannt, wohl nur durch Vögel, die seine Beeren aufsuchen, verbreitet sein kann. Die übrigen Sträucher der Maquis sind wiederum ein Gemisch von endemischen, atlantischen und europäischen Arten (endemisch sind die Ericaceen *Erica azorica* und *Vaccinium cylindraceum*, atlantisch *V. maderense* und *Ilex Perado*, europäisch *Daphne Laureola*). Unter den wenigen Pflanzen, welche an den höchsten Abhängen des Kraters von Piko (5200 bis 7100 Fuss) in den Spalten der Lava übrig bleiben, bemerkt man Anfangs neben einer Ericacee von der Küste des biscayischen Meerbusens (*Daboecia*) noch dieselbe endemische Erika, die fast allen Regionen gemeinsam ist (bis 6000 Fuss), zuletzt aber als einziges Gestrüpp die europäische *Calluna*: ausser dieser werden nur noch zwei Stauden und eine Graminee genannt, die gleichfalls von Europa eingewandert sind.

So freudig grünend der feuchte Boden der Azoren von geselligen Pflanzen bekleidet wird, so ist die Flora doch einförmig und ärmer, als auf den dem Festlande näher gelegenen Inseln. Noch nicht 500 Arten von Gefässpflanzen [478⁷] wurden durch umfassende Forschungen bis jetzt aufgefunden, und der Antheil der eigenen Vegetationscentren an der Flora ist geringer, als dort. Die Zahl der atlantischen Arten beträgt nur 7 bis 8 Procent (36), und ungefähr ebenso gross ist die der endemischen Gewächse (40). Man sollte meinen, dass mit dem wachsenden Abstände vom Festlande die Eigenthümlichkeit der Vegetation zunehmen werde, aber gerade das Gegentheil ist der Fall. Madeira weicht von Südeuropa und Nordafrika in höherem Masse ab, als die Azoren. Und dies gilt nicht bloss von der Zahl, sondern auch von dem Bau der endemischen Pflanzen. Während auf den beiden andern atlantischen Archipelen Gattungen auftreten, die mit den europäischen nicht verwandt sind, steht der Endemismus der Azoren durchgehends in naher Beziehung

zu dem Kontinent, von dem die eingewanderten Pflanzen abstammen, zu den Küsten, mit denen sie klimatisch am meisten übereinstimmen, nicht, wie man geglaubt hat annehmen zu dürfen, zu höheren Breiten, als unter denen sie selbst liegen. Nur zwei endemische Gattungen haben sie geliefert, beide Synanthereen und beide europäischen nahe stehend (*Seubertia* neben *Bellis*, *Microseris* neben *Picris*). Die einzigen Fälle, wo der Bau der endemischen Arten auf andere Vegetationscentren hinweist, beziehen sich auf Nordamerika: dies sind zwei Orchideen (*Habenaria*), eine Umbellifere (*Sanicula*) und die Vaccinien, von denen nur die eine Art endemisch, die andere atlantisch ist.

Die endemischen Gewächse vertheilen sich unter 29 Gattungen und 19 Familien: bei ihrer geringen Zahl hat es kaum ein Interesse, die Reihenfolge der Familien anzugeben. Die meisten Arten enthalten die Synanthereen (6) und die Cyperaceen (6 Arten von *Carex*). Obgleich die neun Inseln keineswegs nahe zusammenliegen, ist eine Verschiedenheit ihrer endemischen Erzeugnisse wenig bemerkt worden. Als merkwürdigstes Beispiel wird angeführt¹⁾, dass die einen kleinen Strauch bildende Glockenblume der Azoren (*Campanula Vidalii*) nur auf einem einzigen meerumspülten Felsen unweit der Ostküste von Flores gefunden ward. In diesem Fall wäre nicht eine Einschränkung ihres ursprünglichen Wohngebiets, sondern ein unverändertes Fortbestehen der Pflanzen auf demselben anzunehmen. Sie verharrte an dem Orte, wo sie entstanden war, ohne sich weiter auszubreiten, weil sie auch die nächste Küste nicht erreichen konnte: denn wie sollte eine so kräftige Organisation von den Inseln verdrängt sein, da sie sich mit einem Felsboden begnügt, auf dem sie vor einwandernden Pflanzen gesichert war? Erst durch die Kultur in europäischen Gärten haben die Individuen dieses Gewächses sich vervielfältigt, welches an seinem einzigen Wohnorte ein Vegetationscentrum in seinem ursprünglichen Zustande vor Augen führt.

2. **Madeira.** Der Archipel von Madeira (33° N. B.) umfasst die Hauptinsel und ihre Satelliten, Porto Santo und die Desertas: die Entfernung von der afrikanischen Küste beträgt etwa 100 g. Meilen, von Portugal um die Hälfte mehr. Das Klima²⁾ ist wärmer und weniger feucht, als auf den Azoren, aber der Unterschied nicht so erheblich, dass die Vegetation dadurch wesentlich beeinflusst

würde. Würde die Jahrestemperatur von S. Miguel mit der von Cadix verglichen, so giebt es in Andalusien doch auch Orte, die ebenso warm sind, wie Funchal auf Madeira. In dieser an der Südseite der Insel gelegenen Stadt ist die Hälfte des Jahres beinahe regenfrei (Mai bis Oktober), aber die dem Sommerpassat ausgesetzten Bergabhänge haben ihre Wolkenbedeckung und ihre Elevationsniederschläge, wie auf den Azoren, in jeder Jahreszeit: es überwiegt indessen auch hier der Winterregen.

Madeira wurde bei seiner Entdeckung unbewohnt und in den wohlbewässerten Thälern bis zum Meeresufer bewaldet gefunden. Ein Baum, den man die Cedèr der Insel nannte, gab ein geschätztes, wohlriechendes Bauholz⁹⁾, aber verschwand nach einem grossen Waldbrand. Im alten Holzwerk der Häuser von Funchal soll man noch jetzt die Ueberreste nachweisen können: es ist wahrscheinlich der Wachholder der Azoren gemeint (*Juniperus brevifolia*), von dem man an abgelegenen Orten noch zuweilen grosse Stämme findet¹⁰⁾, oder vielleicht die kanarische Ceder (*J. Cedrus*), die einen höhern Wuchs hat, aber gegenwärtig in Madeira nicht einheimisch ist. Durch den Anbau ist die untere Region der Insel (0 — 2000 Fuss) wenigstens an der Südseite von Wäldern vollends entblösst worden. Aber die fruchtbare Landschaft, wohlbewässert und kühn zu dem 6000 Fuss hohen Gebirge ansteigend, hat doch den Reiz einer reichen Vegetation bewahrt, und dieser gewinnt noch dadurch, dass neben den südeuropäischen auch die meisten tropischen Kulturgewächse zu erblicken sind. Mit dem Zuckerrohr, das an die Stelle des Weinbaus trat, als dieser seit dem Jahre 1852 durch die Traubenkrankheit zu Grunde ging, wird allgemein der Pisang gezogen, tropische Fruchtbäume sind häufig, aber die Palmen fehlen oder verbergen sich vereinzelt in Gärten.

Ueberhaupt kommt der Ertrag aller tropischen Kulturen dem in der heissen Zone nicht gleich, und dies fordert zu einer näheren Vergleichung ihrer klimatischen Bedingungen auf, wodurch das Verhältniss der atlantischen Flora selbst zu der südeuropäischen erst in ihr wahres Licht gestellt werden kann. Wo Solstitialregenzeiten stattfinden, fällt der kräftigste Trieb des Pflanzenlebens mit der vortheilhaftesten Erwärmung zusammen: dies ist die natürliche Grundlage jeder tropischen Vegetation. In Madeira aber, wo, wie am Mittel-

meer, der Winterregen vorherrscht, beginnt dieser erhöhte Lebensreiz zu einer Zeit, wo die Wärme im Sinken ist. Die Nachtheile, welche hieraus entspringen¹¹⁾, äussern sich zunächst bei den tropischen Kulturen in der geringeren Ergiebigkeit der Erträge, dann aber bestimmen sie auch den Charakter der einheimischen Vegetation. Auf dem Stillstand, dem sie bei abnehmender Wärme in den beiden letzten Monaten des Jahres ausgesetzt ist, beruht ihre klimatische Verwandtschaft mit der Flora Südeuropas, aber die grössere Feuchtigkeit der Luft, eine Folge der oceanischen Lage, giebt ihr zugleich den Vorzug einer längeren Entwicklungsperiode. Das Klima von Andalusien ist nach seiner Temperaturkurve und nach dem Zeitmass der Niederschläge Madeira am ähnlichsten, aber eine Sommerdürre, wie dort, kann da nicht eintreten, wo jede Luftströmung über das Meer weht und das Gebirge in Wolken hüllt. Hiedurch und durch die Milde des Winters gewinnt die Vegetationszeit in Madeira sogar eine längere Dauer, als in vielen Tropenländern, aber, wie am Mittelmeer, fällt die kräftigste Entwicklung in den Frühling¹¹⁾, nicht in die Zeit, wo die Sonne am höchsten steht. Je länger nun die Gewebe fortwachsen können, desto mehr wird die Holzbildung befördert, und hieraus erklären sich die allgemeinsten Unterschiede der atlantischen von der Mediterranflora. Den europäischen Stauden stehen verwandte Arten gegenüber, deren Stengel verholzt und kräftiger auswächst¹²⁾, die immergrünen Holzgewächse von langer Entwicklungsperiode nehmen überwiegend den Boden ein, und einjährige Pflanzen von kurzer Lebensdauer sind wohl durch Einwanderung angesiedelt, aber ursprünglich selten entstanden, weil die Natur unter den möglichen Bildungen stets die vollendetern herzustellen strebt, von denen die Vortheile des Klimas am vollständigsten ausgenutzt werden können. Anscheinend zusammenhangslos vereinigen sich auch hier die verschiedenen Formen der einheimischen Flora unter demselben klimatischen Gesichtspunkt, und, sofern ähnliche Bedingungen sich noch auf manchen andern oceanischen Inseln wiederholen, zeigen sie zugleich, dass zur Zeit des Ursprungs der endemischen Vegetation die Stellung ihres Wohngebiets ebenso insular war, wie jetzt, und eben deshalb in seinen Erzeugnissen so eigenthümlich blieb. Als man die Uebertragung der atlantischen Pflanzen von einem Archipel zum andern über das Meer ohne genügende

Gründe bezweifelte und gerade hieraus auf ihren einstigen kontinentalen Zusammenhang durch die Atlantis schloss, wurde unberücksichtigt gelassen, dass sie durch ihre Organisation nicht einem kontinentalen, sondern eben einem Insel-Klima angepasst sind.

Ob man den Charakter der endemischen Vegetation von der klimatischen Analogie mit Südeuropa oder mit der noch näher gelegenen Küste von Afrika ableiten will, ist ohne Bedeutung, da die Flora der letzteren in dieser Breite ebenfalls noch dem Mittelmeergebiet angehört: durch eine Sapotee (*Sideroxylon*) wird Madeira mit Marokko verknüpft, wo dieselbe tropische Familie (durch *Argania*) vertreten ist. Zu den nach einem bestimmten Typus veränderten Organisationen der Mediterranflora gesellt sich hier indessen auch eine dem tropischen Afrika und Asien eigne Vegetationsform, die Europa fremd ist. Dies ist die atlantische *Dracaena* (*D. Draco*), die sich den Liliaceenbäumen anschliesst, aber, abweichend von der gewöhnlichen Bildung monokotyledonischer Holzstämmen, im höheren Alter eine eigentümlich verzweigte Krone bildet. Bis zur Blütenbildung ist nämlich der Stamm, wie bei jenen, ganz ungeteilt und trägt auf seiner Spitze eine einfache Rosette von Schilfblättern. Da aber die Blüthenrispe aus deren Gipfelknospe hervorgeht, so treten, um das Fortwachsen des Stamms zu bewirken, aus der nun alsbald ver-schwindenden Laubrosette Seitentriebe hervor, die sich wieder ebenso, wie der Hauptstamm, verhalten und durch Wiederholung desselben Vorgangs nach und nach eine Krone von scheinbar in Wirteln geordneten Aesten herstellen, von denen jeder einzelne, an der Seitenfläche kahl, an seiner Spitze von den erneuerten Blättern gekrönt wird¹⁰⁾. Der Hauptstamm selbst ist von geringer Höhe und nach abwärts angeschwollen; die alten Individuen mit ihrer seltsamen Krone gehören zu den bizarrsten Formen, die man kennt. Dieser atlantische Drachenbaum ist der warmen Region des Archipels von Madeira, den kanarischen Inseln und den Kap-Verden eigen, er soll nach den Azoren erst durch die Kultur verpflanzt sein. Auch dadurch ist derselbe merkwürdig, dass er, wie eine Reliquie der Vorwelt, dem Aussterben nahe scheint: überall ist er selten geworden, so dass auf Teneriffa die grössern Stämme als eine Merkwürdigkeit beachtet werden. Auf Porto Santo, wo sie ehemals am häufigsten waren, soll nicht ein einziger mehr übrig sein; auch der uralte Dra-

chenbaum von Orotava, den Humboldt beschrieb, ist bereits zu Grunde gegangen.

Ist nun in diesem Falle ein einheimisches Gewächs vor den eingewanderten zurückgewichen, so darf die verdrängende Kraft derselben, die zuletzt zur Vertilgung der ursprünglichen Vegetation führen würde, doch nicht als eine allgemein wirkende aufgefasst werden, da hier, wie auf den Azoren, viele andere endemische Arten sich unversehrt erhalten und auch in der Geselligkeit ihrer Individuen keineswegs beschränkt werden. Die Mischung der Flora aus beiden Quellen ist in ihrer vertikalen Abstufung überall zu erkennen, die wegen der etwas geringeren Höhe des Gebirgs von Madeira (6000 Fuss) der immergrünen Region durchaus anheimfällt⁶⁾.

Immergrüne Region. 0'—6000'.

Kulturregion — 2000'.

Lorbeerwald — 4000'.

Maquis. 4000'—6000'.

Am oberen Saume der bebauten Region hat sich, wo die schroff eingefurchten Thäler oder Barrancas dies irgend gestatten, ein Gürtel von Kastanien angesiedelt; über diesen nimmt der Lorbeerwald einen beträchtlichen Raum ein und reicht an der feuchteren Nordseite noch tiefer, in geschützten Thalschluchten selbst bis zum Meere hinab. Hier ist der Wuchs der Bäume und Sträucher höher, als auf den Azoren, die Mischung der Arten mannigfaltiger¹³⁾. Von Laurineen allein kommen 4 Arten vor, die sämtlich auch auf den kanarischen Inseln wachsen: überhaupt sind in diesen feuchten Waldungen die atlantischen Holzgewächse weit überwiegend. Von Bäumen finde ich mehr als ein Dutzend angeführt, von denen auch die meisten übrigen in ihrer Belaubung den Laurineen gleichen, von Sträuchern zähle ich gegen 30 Arten: unter den letztern sind viele endemisch, unter den Bäumen nur zwei (*Ilex Perado* und *Clethra arborea*) und ebenfalls zwei europäisch (*Prunus lusitanica* und *Taxus*), die übrigen atlantisch. Oft verdrängt das massenhafte Unterholz den höhern Lorbeerwald, ein unwegsames Dickicht von doppelter Mannshöhe, durch Brombeerranken verbunden, lässt den Bäumen nur gruppenweise zu wachsen Raum¹⁰⁾, oder üppiges Farnkraut entspriest dem feuchten, fruchtbaren Boden. Aber auch einige Sträucher selbst werden mitunter zu Bäumen, namentlich die südeuro-

päische Baumhaide (*Erica arborea*), von welcher Stämme von 40 Fuss Höhe vorkommen¹⁰⁾. Wo der Lorbeerwald aufhört, entwickelt sich die selbständige Region der Maquis dadurch, dass einige der sein Unterholz bildenden Sträucher höher im Gebirge ansteigen, als die übrigen: nun besteht die Hauptmasse der Vegetation eben aus jener Baumhaide und aus einem endemischen *Vaccinium* (*V. maderense*). Die Baumgrenze ist daher auch hier so wenig, wie auf den Azoren, durch ein bestimmtes Niveau abgeschlossen.

Nach der durch genaue Kritik ausgezeichneten Zusammenstellung Cossou's¹⁴⁾ wurden bis jetzt auf dem Archipel von Madeira gegen 700 einheimische Gefäßpflanzen nachgewiesen (696), von denen 15 Procent (106) endemisch sind und mehr als 8 Procent (58) der gemeinschaftlich atlantischen Flora angehören. Die übrigen stammen mit wenigen Ausnahmen aus dem Mittelmeergebiet. Unter den endemischen Pflanzen finden sich 4 Monotypen, sämmtlich Holzgewächse, die europäischen Gattungen nahe stehen (die Rosacee *Chamaemeles* neben *Cotoneaster*, die Campanulacee *Musschia* neben *Campanula*, und die beiden holzigen Umbelliferen *Melanoselinum* und *Monizia*, die von *Thapsia* mehr habituell, als generisch abweichen). Zu den Holzgewächsen gehören ferner 7 atlantische Gattungen, von denen drei zur europäischen Flora in Beziehung stehen (die Crucifere *Sinapidendron* zu *Sinapis*, die Oleinee *Picconia* zu *Olea* und die Scrophularinee *Isoplexis* zu *Digitalis*): die übrigen zeigen einen eigenthümlichen Bau und sind entweder Vertreter von tropischen Familien (von den Ternstroemiaceen *Visnea*, von den Myrsineen *Heberdenia*), oder haben eine, wiewohl entferntere Verwandtschaft zur Kapflora (die Rosacee *Bencomia* zu *Cliffortia*, die Rubiacee *Phyllis* zu den Anthospermeen). Hooker¹⁾ führt an, dass von der Gattung *Bencomia* in Madeira nur zwei Individuen, ein männliches und ein weibliches, gefunden seien und dass daher ihre Einwanderung von den kanarischen Inseln fast unbegreiflich scheine: allein diese Bemerkung dürfte sich dadurch erledigen, dass ich in Mandon's Sammlung von Madeira-Pflanzen den Strauch als durch die ganze Region von 1200 bis 2500 Fuss wachsend bezeichnet finde.

Die endemischen Gewächse Madeiras vertheilen sich unter 35 Familien: mehr als die Hälfte gehören zu den Synanthereen (23), Leguminosen (12), Crassulaceen (8), Cruciferen (7), Labiaten (7),

Gramineen (7), Umbelliferen (5), Scrophularineen (5) und Farnen (3). Eine Mehrzahl von Arten findet sich nur in wenigen Gattungen (mehr als 3 nur bei *Lotus*, *Sempervivum*, *Chrysanthemum* und *Tolpis*). Die meisten Arten der nicht endemischen Gattungen schliessen sich unmittelbar an die europäische Flora: die bemerkenswerthesten Ausnahmen sind bei den beiden Ericaceen zu bemerken, welche mit nordamerikanischen Arten in naher Beziehung stehen (*Clethra arborea* und *Vaccinium maderense*). Von abgesonderten Vegetationscentren in Porto Santo und den Desertas sind nur einzelne Beispiele bekannt geworden (von der erstern Insel 3 Leguminosen, von den letztern die Umbellifere *Monizia* und eine Synantheree).

3. **Kanarische Inseln.** Zu Santa Cruz, an der Südostküste von Teneriffa (29° N. B.), ist die Jahrestemperatur so hoch, wie in Kairo, der Winter kaum wärmer, als in Madeira, aber der Sommer beträchtlich heisser¹⁵⁾. Der kanarische Archipel, bis auf weniger als 20 g. Meilen dem Festlande Afrikas genähert, liegt, wie die Sahara, im Bereiche des stetigen Passatwinds, dessen Wasserdampf an den Gebirgen sich zu Wolken verdichtet und ihre nördlichen Abhänge befeuchtet. Wo sie hoch genug sind, zu jeder Zeit in den Antipassat emporzuragen, erzeugen sich auch aus dieser Quelle leichte Wolken, die im Winter sich vermehren und dann in tiefere Regionen herabsteigen¹⁶⁾. Denn überall sind die stärkeren Niederschläge von der Senkung des Antipassat bedingt, und dies ist die Ursache, dass, wie auf den nördlicher gelegenen Archipelen, die Entwicklung der Vegetation von der winterlichen Regenzeit abhängt. Dennoch ist das Klima bei Weitem trockener, als dort, unterhalb der Wolkenregion der Himmel den grössten Theil des Jahrs hindurch regenfrei¹⁷⁾ und die Bewässerung des Bodens nur da genügend, wo die Zufüsse aus dem Gebirge ihn befruchten. Hieraus entspringen grosse klimatische Unterschiede zwischen den gebirgigen und den niedrigeren, zugleich Afrika am nächsten gelegenen Inseln, deren Flora von der der übrigen völlig abweichen würde, wenn nicht auch auf diesen die Küstenregion an ihrer Dürre Theil hätte.

Nach den klimatischen Bedingungen der Vegetation unterscheidet sich daher der kanarische von den beiden andern atlantischen Archipelen dadurch, dass erst in einer gewissen Höhe die Formen des Mittelmeergebiets herrschen, in der untern Region hin-

gegen die Physiognomie der Pflanzen vielmehr afrikanisch ist. Der Darstellung der Vegetation muss demnach die Abstufung der Regionen zu Grunde gelegt werden, die am Pik von Teneriffa nach den Angaben Buch's ¹⁶⁾ und Berthelot's ¹⁵⁾ in folgender Weise aufzufassen ist:

	Nordabhang.	Südabhang.
Region der Succulenten ¹⁵⁾	0'—1500'.	0'—2500'.
Immergrüne Region.		
Lorbeerwald	1500'—3600'.	
Maquis (<i>Cistus vaginatus</i>)	3600'—5000'.	2500'—4000'.
Region der Kiefer (<i>Pinus canariensis</i>)	5000'—7000'.	4000'—5900' ¹⁶⁾ .
Region der Retama (<i>Spartocytisus</i>)	5900'—8700' ¹⁸⁾ .	
Nackte Region	8700'—11440' (Gipfel).	
Höchste Phanerogamen	9850'.	

Die Region der Succulenten entlehnt von der Sahara die Dattelpalme und die Form der Tamariske (*T. canariensis*), aber reicher, als dort, entfaltet sich die Reihe der Succulenten durch die den Cacteen gleichenden Euphorbien, wie in Sudan, und durch Gewächse mit saftigem Gewebe aus andern Gattungen. Dies sind die Formen, die nebst einigen ebenfalls endemischen Sträuchern auf unbebautem Boden durch ihre Masse und Individuenzahl vorherrschen; eine fleischige Euphorbia (*E. canariensis*) bildet aufrecht verzweigte Prismen bis zu 20 Fuss Höhe ¹⁰⁾; ebenso häufig ist eine succulente Syanthere aus einer Gattung, die übrigens das Kapland bewohnt (*Kleinia neriifolia*); das Gebüsch besteht sodann hauptsächlich aus andern belaubten Euphorbien (*E. balsamifera* und *regis Jubae*) und aus einem monotypischen Rubiaceenstrauch, der der Trauerweide ähnlich ist (*Plocama pendula*). Von vielen andern theils holzigen, theils succulenten Gewächsen werden die Gestrüppe in den Barrancas begleitet: wie mannigfaltig die Saftpflanzen sind, kann man daraus erschen, dass von Crassulaceen allein mehr als 20 endemische Arten beschrieben wurden. Das reine Grün verliert sich im bläulichen Farbenton der Succulenten, aber auch dieser entzieht sich dem Blick auf dem vulkanischen Tuff und unter den Felstrümmern, von denen die Küste bedeckt wird. Die dürre Beschaffenheit des Bodens hat auch in den Kulturpflanzen einen allgemeinen Ausdruck erhalten, nachdem in Folge der Traubenkrankheit auch hier eine Aenderung eingetreten und die Opuntien, welche zur Gewinnung der Cochenille dienen, ein Hauptgegenstand des Anbaus geworden sind ¹⁰⁾.

Auf Teneriffa, dessen hoher Pik von niedrigem Berglande weit hin umgeben ist, nimmt die Region der Succulenten einen grossen Raum ein, auf den östlichen Inseln Fuerteventura und Lancerota ist sie die einzige. So weit der Boden es gestattet, hat die Kultur sich ausgedehnt, und mit ihr sind die eingewanderten Pflanzen vorgezogen, so dass die ursprüngliche Vegetation immer mehr verdrängt wurde. Wenn sich hier manche endemische Pflanzen nur noch an einem einzigen Standorte finden ¹⁸⁾, während andere sich massenhaft erhalten, so erkennen wir darin die ungleichen Kräfte des Widerstandes im Kampfe um das Erdreich. In diesem Sinne erscheint, was von gewissen Arten noch übrig ist, in der That nur noch wie eine Reliquie der Vorzeit: denn die Pflanzen, welche aus der Ferne sich ansiedeln konnten, zeigen schon dadurch eine grössere Lebensenergie, als den endemischen zukommt. Mit der Zunahme des nautischen Verkehrs mussten die fremden Eindringlinge immer zahlreicher und mächtiger in die ursprünglichen Verhältnisse eingreifen. Eben auf den kanarischen Inseln besitzt man mehrere historische Zeugnisse solcher Einwanderungen: von einer einjährigen Synantheree wurde ein Fall dieser Art bei einem früheren Anlass angeführt ¹⁹⁾; von einer Asclepiadee, die auf Gomera häufig ist (*Gomphocarpus fruticosus*), wird versichert, dass sie erst in diesem Jahrhundert sich zuerst gezeigt habe und dass die Samen, mit ihrer weichen Wolle fremden Körpern sich leicht anheftend, durch Heuschrecken vom Festlande hinübergetragen seien ²⁾. Hieher gehört auch die Beobachtung, dass die Früchte der Laurineen den Tauben der atlantischen Archipele zur Nahrung dienen ²⁾, wodurch es erklärlich wird, dass gerade diese Bäume, ungeachtet ihres Standortes im Gebirge auf den kanarischen Inseln und auf Madeira dieselben sind.

Die Verdrängung der ursprünglichen Vegetation erstreckt sich auch auf die Waldregionen, in welcher die Bodenkultur ebenfalls bis zu einem gewissen Niveau (bis 3000 Fuss) eingegriffen hat. Im Bereich der Succulenten giebt es nur noch wenige einheimische Bäume: die Dattelpalme findet sich bis zur Höhe von 1000 Fuss ¹⁰⁾, der Drachenbaum (500—2000 Fuss) ist selten geworden, an der Passatseite der östlichen Inseln kommen nur an unzugänglichen Felsab-sätzen kleine Gehölze vor, die aus einer Celastrinee (*Catha cassinoides* und wilden Oliven) bestehen ²⁰⁾. Die Zerstörung der immergrünen

Wälder hat auf den kanarischen Inseln weit um sich gegriffen und die Trockenheit des Klimas erhöht, doch hat man auch Beispiele, dass auf Strecken, die sich selbst überlassen blieben, der Baumwuchs nach einiger Zeit wiederkehrte. In Teneriffa sind nur wenige, aber prachtvolle Lorbeerwälder an der Nordseite des Pik übrig, da die stärkeren Elevationsniederschläge des Passats für das Fortbestehen des Laubholzes erforderlich scheinen, denn die kanarischen Coniferenwälder, die Pinares, scheiden sich von ihnen nicht bloss durch ihr höheres Niveau, sondern sie begnügen sich auch mit einem geringeren Grade von Feuchtigkeit. Kanarias Gebirge, wiewohl nur 6000 Fuss hoch, sind von ihnen bedeckt und haben wenig Lorbeerwald; auch in Ferro, das noch nicht einmal diese Höhe erreicht (4350 Fuss), besteht ein gelichteter Kieferwald auf der Südseite, und immergrüne Laubhölzer bewalden den feuchtern Nordabhang; am schönsten sind die Pinares auf Palma, wo ausser der Kiefer auch der kanarische Cedro (*Juniperus Cedrus*) gedeiht, der auf dem Pik von Teneriffa sehr selten geworden ist; wasserreicher ist Gomera und besitzt in Folge dessen einen prächtigen Lorbeerwald, der den mittlern Theil der Insel einnimmt²¹⁾. Es ist bemerkenswerth, dass die immergrünen Laubhölzer der kanarischen Inseln meist atlantisch, die beiden Coniferen dagegen endemisch sind. Im Lorbeerwald herrscht Feuchtigkeit und Frische, aber nur dem kanarischen Archipel sind die dürrn Abhänge eigen, welche der Vegetation der Nadelhölzer zusagen. Die Wolke des Pik, die, vom Passat erzeugt, an der Nordseite niemals verschwindet, umschleiert eben nur die Region des Lorbeerwaldes: oberhalb desselben, sowie an den südlichen und westlichen Abhängen bleibt der Himmel über dem Kieferwalde den grössten Theil des Jahrs hindurch nebelfrei²⁾. Die Lorbeerwälder der kanarischen Inseln sind denen von Madeira ganz ähnlich gebildet, wenn auch einige endemische Holzgewächse auftreten, da auch diese zu dem atlantischen oder südeuropäischen Formenkreise gehören (z. B. *Ilex platyphylla* und *canariensis*, *Arbutus canariensis*). Die Maquis, in welchen auch die Baumhaide nicht fehlt, unterscheiden sich durch ihre Cisten (den endemischen *C. vaginatus* und den südeuropäischen *C. monspeliensis*) und durch mehrere eigenthümliche Genisteen, von denen oberhalb der Baumgrenze die weisse Retama (*Spartocytisus nubigenus*) hoch in die Region (bis 8700 Fuss)

hinaufreicht, wo die Nächte kalt, die Tage trocken und warm sind. In beiden Fällen ist es die klimatische Analogie mit dem spanischen Plateau, die in verwandten Pflanzenformen sich abspiegelt. Mit der mitteleuropäischen Flora lässt sich nur der Kieferwald zusammenstellen, der an die geschlossenen Bestände der Edeltanne erinnern soll und, ohne von anderen Bäumen oder Unterholz begleitet zu sein, bis auf eine spärliche Vegetation von Stauden kein anderes Gewächs in seinem Schatten duldet: aber nur im Wuchs ist die kanarische Kiefer den Nadelhölzern unserer Gebirge ähnlich, ihre Nadeln sind beinahe einen Fuss lang, ihre Verzweigung reicht fast bis zum Boden herab¹⁰⁾. Eine alpine Vegetation ist am Pik von Teneriffa kaum zu bemerken und der Gipfel des Bergs pflanzenlos, was aus denselben Gründen sich erklärt, die beim Aetna erörtert wurden.

Die umfassende, systematische Bearbeitung der kanarischen Flora von Webb und Berthelot²²⁾ ergab noch nicht ganz 1000 Gefässpflanzen (977), und diese Zahl ist seitdem nicht beträchtlich erhöht worden. Von endemischen Arten sind 27—28 (269), von atlantischen 6—7 Procent (64) darunter begriffen, aus Europa ist der grösste Theil der übrigen eingewandert (581, also 60 Procent der Gesamtzahl). Die Mehrzahl der endemischen Pflanzen gehört ebenfalls zu europäischen oder diesen nahe stehenden Gattungen: auch hier sind die Arten jedoch in vielen Fällen holziger, als dort²³⁾ (z. B. bei den Synanthereen, Crassulaceen, Labiaten, Boragineen). Weit seltener bemerkt man ausschliessliche Beziehungen zu Afrika (zu Sudan durch die fleischigen Euphorbien, *Dracaena*, *Ceropegia*: besonders aber ist in dieser Hinsicht das Vorkommen einzelner Arten von Gattungen der Kapflora hervorzuheben, von *Anthospermum*, *Manulea*, *Kleinia*). Bei den endemischen Gattungen (15), die meist monotypisch sind, ist die Verwandtschaft mit den Organisationen des Stammkontinents in mehreren Fällen klar (unter den Cruciferen bei *Parolinia*, den Leguminosen bei *Spartocytisus*, den Crassulaceen bei *Monanthes* u. *Aichryson*, den Umbelliferen bei *Todaroa* u. *Astydamia*, den Synanthereen bei *Schizogyne* u. *Lugoa*), in andern nur eine entfernte (unter den Rubiaceen bei *Plocama*, den Campanulaceen bei *Canarina*, den Gentianeen bei *Ixanthus*, den Chenopodeen bei *Bosia*, den Urticeen bei *Gesnouinia*). Hierin zeigt sich die selbständige,

systematische Stellung der atlantischen Flora, und in noch höherem Grade bei zwei Monotypen, die zu Gattungen entlegener Länder in Beziehung stehen (bei *Pleioimeris* nebst den beiden andern Myrsineen auf Madeira und den Azoren zur Kapflora, und bei der Umbellifere *Drusa*, die von der südamerikanischen Gattung *Bowlesia* wenig abweicht).

Es ist indessen der Versuch gemacht worden, die eingewanderten mit den atlantischen und endemischen Pflanzen unter einem gemeinsamen Gesichtspunkte zu betrachten. Hooker¹⁾ machte darauf aufmerksam, dass zwischen den letztern und gewissen Ueberresten der europäischen Tertiärflora eine nahe Verwandtschaft bestehe, und schloss daraus, dass hier die Spuren einer Einwanderung aus jener Periode sich erhalten haben. Es sind jedoch nur wenige Beispiele eines solchen Verhältnisses bekannt und auch in diesen Fällen sind die Tertiärpflanzen den atlantischen zwar ähnlich, aber nicht mit ihnen identisch (z. B. *Laurus princeps* u. *canariensis*, *Dracaena australis* u. *Draco*). Wenn man nun auch, der Vorstellungsweise Darwin's folgend, annehmen wollte, dass in langen Zeiträumen Aenderungen des Baus eintreten konnten, die bei den in der Gegenwart angesiedelten Gewächsen noch nicht zu bemerken sind, so ist doch diese Hypothese nicht im Stande, analoge Erscheinungen von selbständigen Vegetationscentren auf andern oceanischen Archipelen zu erklären, oder den Unterschied der endemischen und nicht endemischen Inseln zu beleuchten. Hätte die Isolirung des oceanischen Standorts die Folge gehabt, Pflanzen der Tertiärperiode zu erhalten und umzubilden, wie kommt es, dass Island, dass ein grosser Theil der Südseeinseln von solchen Wirkungen keine Spur erkennen lässt? Und doch hat Island in seinem geologischen Bau eine unverkennbare Aehnlichkeit mit den kanarischen Inseln: in beiden Fällen darf man aus den ältern plutonischen Gesteinen schliessen, dass sie in einer von der Gegenwart entfernten Periode gehoben wurden und von der Tertiärzeit an zu wachsen fortfuhren.

Unter 47 Familien vertheilt, bilden die endemischen Gewächse der kanarischen Inseln ungeachtet ihres fast dreifach grössern Reichthums eine ähnliche Reihe, wie die von Madeira: nur die Crassulaceen, also dem trockenern Klima entsprechende Succulenten, sind vermehrt. Die meisten endemischen Arten sind enthalten in den

Synanthereen (53), Crassulaceen (28), Leguminosen (25), Labiaten (24) und Boragineen (13), sodann in den Caryophylleen, Convolvulaceen und Plumbagineen (je 9), in den Umbelliferen und Scrophularineen (je 8). Unter einander verglichen, zeigen die Inseln erhebliche Verschiedenheiten, und gegen das Centrum des Archipels nimmt die Zahl der endemischen Arten erheblich zu, aber die dürftige Vegetation der Salvages, niedriger Felseilande, die in grösserer Entfernung im Kurse nach Madeira liegen, nimmt an der kanarischen Flora noch einen grössern Antheil¹⁾. Obgleich nun eine Menge von lokalen Pflanzen nur auf einer Insel gefunden wird, so ist das Verhältniss der Arten zu den Gattungen doch nur klein (für die Gesamtflora nach Berthelot²⁴⁾ etwa 1,5 : 1). Die klimatische Ungleichheit der Inseln ist zu bedeutend; es wird jene Mehrzahl von Standorten ähnlicher Beschaffenheit vermisst, aus welcher eben die Gattungen mit zahlreichen Arten hervorgehen. Auf den dünnen vulkanischen Geröllen und Felsen ist dies noch am meisten der Fall, und hier kommen in der That auch einige grössere Gattungen vor (z. B. *Aichryson*, *Sideritis*, sowie am Seestrande *Statice*).

4. **Kap-Verden.** Von dem grünen Vorgebirge Senegambiens gegen 80 g. Meilen entfernt, liegt der Archipel der Kap-Verden in der nördlichen Tropenzone (15⁰—17⁰ N. B.). Ihr Flächeninhalt (78 g. Quadratmeilen) ist grösser, als der der Azoren, der geologische Bau ähnlich, der thätige Vulkan von Fuego erhebt sich mehr als 8000 Fuss über das Meer. Aber diese Inseln unterscheiden sich von den atlantischen Archipeln durch ein tropisches Passatklima, sie haben eine Solstitialregenzeit (August bis Ende Oktober) und gleichen auch darin Sudan, dass sie ungesund sind, wahrscheinlich wegen bedeutender Schwankungen ihrer täglichen Temperaturkurve²⁵⁾. Es ist merkwürdig, dass der Passatwind, der mit Ausnahme der Regenzeit beständig und oft mit grosser Heftigkeit weht, an so gebirgigen Inseln keine Elevationsniederschläge erzeugt, wie am Pik von Teneriffa. Der geringere Umfang mag die erste Ursache sein, aber die Waldlosigkeit wird erheblich mitwirken: durch die Sonnengluth werden die von Erdkrume entblössten Felsen und Gerölle zu stark erhitzt, als dass der Wasserdampf sich verdichten könnte. Zuweilen bleibt auch die Regenzeit ganz aus²⁶⁾, dann wird das Leben der Pflanzen gefährdet, wie in den Wüsten Afrikas, und die Be-

schaffenheit des Bodens ist so gleichartig und so wenig fruchtbar, dass nur eine ärmliche Flora hier bestehen kann.

In der Breite der Antillen und im Passatklima Sudans wird demnach auf den Kap-Verden die Ueppigkeit einer tropischen Vegetation durchaus vermisst. Wenn auch vereinzelt angepflanzte Cocos- und Dattelpalmen, sowie Kaffeepflanzungen und Fruchtbäume zu erblicken und überhaupt die Kulturgewächse die der heissen Zone sind, so können sie doch nur in einem sehr geringen Umfange gebaut werden: vier Fünftel der Oberfläche sollen unbenutzt sein²⁵⁾. Ein dürftiges Gestrüpp bekleidet die Thalgründe, deren Bäche bald nach der Regenzeit wieder versiegen. An den Bergabhängen kommt auf den Steinfeldern und aus den Felsspalten eine geringe Vegetation spärlich zum Vorschein²⁶⁾, bis im März der Boden wieder vollständig ausgetrocknet ist und kein grünes Blatt übrig bleibt. Einheimische Bäume scheinen fast ganz zu fehlen²⁷⁾, kleine Gehölze von zwerghaften Acacien und Tamarisken kommen wohl vor und tropische Holzgewächse (3 Rubiaceen) sind im Innern von Sant' Jago nachgewiesen²⁸⁾, aber gerade Fuego, die höchste Berginsel, ist so sehr von vulkanischen Eruptivstoffen und Laven überschüttet, dass nur unbedeutende Pflänzchen dem kahlen Felsboden entspriessen sollen²⁵⁾.

Nach den vorherrschenden Formationen der Sträucher hat Schmidt²⁵⁾ auf Sant' Antonio mehrere Regionen unterschieden, von denen die untere als die tropische bezeichnet werden kann, weil sie allein von Gewächsen bewohnt wird, die aus Sudan eingewandert oder von daher durch den Anbau verbreitet sind.

Tropische Region. 0'—1500'.

Gemässigte Region. 1500'—4500'.

Synantherensträucher — 2500' (3000').

Labiatensträucher. 2500' (3000') bis 4500'.

Von den eigenthümlichen Pflanzen aus tropischen Familien und Gattungen bleibt es noch zweifelhaft, ob sie nicht sämmtlich oder zum Theil auch auf dem Festlande Afrikas vorkommen. Aber die merkwürdigste Erscheinung besteht darin, dass die meisten der mit Sicherheit als endemisch erkannten Gewächse nach ihrer systematischen Stellung mit der atlantischen und namentlich der kanarischen Flora in nächster Beziehung stehen, obgleich weder das Klima noch die geographische Lage eine solche Verbindung erwarten lässt und die

eingewanderten Pflanzen in der That grösstentheils aus dem so viel näher gelegenen Senegambien abstammen. Mehrere Beobachter²⁹⁾ haben dieses Verhältniss so aufgefasst, als ob die kanarischen Typen dem Gebirge, die senegambischen der heissen Region eigenthümlich wären, allein dem widerspricht die Thatsache, dass auf Sant' Antonio schon in der letztern das Gesträuch aus einer geselligen Euphorbie (*E. Tuckeyana*) und aus holzigen Synanthereen (*Nidorella*) besteht²⁵⁾, sowie auch an den Felsen der Küste bereits manche Halbsträucher vorkommen, die den kanarischen nahe verwandt sind (z. B. *Sinapi-dendron*, *Echium*, *Aichryson sect. Aeonium*).

Unter den eingewanderten Pflanzen ist die Menge der afrikanischen so überwiegend, dass man hier nicht mehr, wie bei den atlantischen Archipelen, Südeuropa, sondern Senegambien als Stammkontinent betrachten muss³⁰⁾: ein grosser Theil der nicht endemischen Arten hat sich freilich offenbar erst mit den Kulturpflanzen angesiedelt und ist daher auch in Amerika und andern Tropenländern allgemein verbreitet. Immerhin bleibt eine beträchtliche Anzahl von tropischen Gewächsen übrig, die durch natürliche Kräfte von Afrika auf die Kap-Verden übergegangen sind. Eine Einwanderung von Arten der kanarischen Flora [12]³¹⁾ hat hingegen kaum in einem grössern Massstabe stattgefunden, als von Südeuropa auf die Gebirge von Sudan. Einzelne Fälle der Wiederkehr von Mediterranpflanzen werden auch in den Bergregionen der Kap-Verden bemerkt (*Rosmarinus*).

Diese Inseln zeigen demnach die scheinbar widersprechende Erscheinung, dass sie durch ihre endemische Flora mit den atlantischen Archipelen der gemässigten Zone verknüpft sind, dagegen durch die eingewanderten Pflanzen mit demjenigen Festlande, welches nach seiner Lage das nächste, nach seinem Klima das ähnlichste ist. Freilich stimmen sie auch mit den kanarischen Inseln in ihrem geognostischen Substrat und mit deren Küstenregion in der Dürre des Bodens, sowie in der Gleichmässigkeit der jährlichen Temperaturkurve überein: aber unter den charakteristischen Formen der Vegetation lebt gerade die gesellige Euphorbie (*E. Tuckeyana*) in einer ganz verschiedenen klimatischen Sphäre, wie die ihr überaus ähnlich organisirte Art Teneriffas (*E. regis Jubae*) und die unbelaubt fleischigen Euphorbien fehlen ganz. Nimmt man in diesem Falle an,

dass die endemischen Pflanzen der Kap-Verden von den kanarischen Inseln abstammen und, in einer früheren Periode, als die übrigen, eingewandert, in Folge des tropischen Klimas umgebildet seien, so hebt sich die Schwierigkeit des grössern maritimen Abstandes leicht, da der nach Süden fliessende Arm des Golfstroms eine Verbindungsbahn zwischen beiden Archipelen herstellt. Mit Senegambien stehen die Kap-Verden durch Strömungen nicht in Verbindung, der Austausch mit dem Festlande muss durch andere Mittel erfolgt sein, und, da hier jene klimatische Verschiedenheit nicht besteht, wären bei den tropischen Gewächsen auch selten Umbildungen der Organisation eingetreten. Somit hätten wir hier einen Fall, der der Transmutationshypothese zur Stütze dienen kann. Denn wenig befriedigt es, die Entstehung der neuen Arten nur als eine scheinbare aufzufassen, weil sie zum Theil den kanarischen so nahe stehen, dass man sie als tropische Varietäten betrachten könnte, oder von anderen zu vermuthen, dass sie vielleicht früher auf beiden Archipelen vorhanden gewesen sein möchten und nur auf den Kap-Verden sich erhalten hätten. Für einen genetischen Zusammenhang spricht auch die Verbreitung der endemischen Arten auf diesen selbst, da auf den nordwestlichen Inseln Sant' Antonio und Santo Vicente die kanarischen Typen am zahlreichsten sein sollen, wogegen das südöstliche Sant' Jago allein jene Rubiaceensträucher besitzt, die sich der Flora von Sudan anschliessen. Nur zum Theil erklärt sich die Beschränkung der endemischen Pflanzen auf einzelne Inseln aus ihrer physischen Beschaffenheit: etwa bei der Hälfte der Arten soll dies der Fall sein²⁵⁾, aber nur die östliche Gruppe von Sal und Boavista unterscheidet sich durch ihren Wüstensand und ihre ebene Oberfläche, und sie ist an eigenthümlichen Erzeugnissen die ärmste.

Die Flora der Kap-Verden ist noch nicht so umfassend erforscht worden, wie die der atlantischen Archipele, und hat noch nicht einmal so viel Gefässpflanzen aufzuweisen, wie die Azoren. Das Verhältniss der endemischen Arten (66) zur Gesamtzahl [400³⁰⁾] beträgt etwa 16 Procent. Nur zwei Monotypen sind bekannt geworden, von denen der eine (die Graminee *Monachyron*) dem senegambischen, der andere (die Umbelliferengattung *Tornabenea*) dem atlantischen Typus angehört. In jener Reihe³²⁾ sind überhaupt die Gräser am zahlreichsten, in dieser die Synanthereen, und diese letztern

sind in den meisten Fällen durch einen holzigen Wuchs ausgezeichnet.

5. **Ascension.** Die mitten im atlantischen Meere in der Nähe des Aequators gelegenen, nicht vulkanischen S. Paul-Felsen wurden von Landpflanzen durchaus entblösst gefunden²⁶⁾, obgleich auf ihnen doch Spinnen und einige andere Insekten vorkommen. Die kleine vulkanische Insel Ascension (8° S. B.) dagegen³³⁾ hat spärlichen Graswuchs auf ihren unfruchtbaren Laven und Geröllen; die höchste, nicht ganz unbeträchtliche Erhebung zeigt einen Schimmer von Grün, sie heisst der grüne Berg, weil sie von einem Teppich von Farnkräutern bekleidet wird, der aus neun Arten besteht, von denen einige (3) endemisch sind. Uebrigens zählt die Flora nur wenige Arten, zu gering an Bedeutung, als dass man darin eine nähere Beziehung zu andern Vegetationscentren erkennen könnte. Grössere Holzgewächse fehlen ganz: zwei Halbsträucher sind indessen endemisch, eine Rubiacee (*Hedyotis Ascensionis*) und eine Euphorbie (*E. organoides*); eine Campanulacee (*Wahlenbergia linifolia*) wächst auch in S. Helena.

6. **S. Helena.** Ascension am nächsten, jedoch in weitem Abstände liegt S. Helena (16° S. B.), ebenfalls vulkanisch, indessen auch nur mässig (zu 2500 Fuss) gehoben, von wenig grösserem Umfang (2 g. Q.-M.) und noch entfernter vom afrikanischen Festlande (über 250 g. Meilen), aber durch ihre endemische Flora, die jetzt freilich grossentheils von der Erde verschwunden ist, eine der merkwürdigsten von allen oceanischen Inseln. Bei ihrer Entdeckung zu Anfang des sechzehnten Jahrhunderts wurde sie von Wald bedeckt gefunden³⁴⁾, dessen Nachwuchs in der Folge die eingeführten Ziegen, die sich sehr vermehrt hatten, nicht aufkommen liessen. Als dreihundert Jahre später der Holzangel fühlbar wurde, entfernte man diese Heerden und pflanzte Bäume aus allen Erdtheilen. Das Klima³⁵⁾, erfrischt durch den stetig wehenden Passat, ist weder zu heiss noch zu feucht und durch die Erhebung des felsigen Küstenwalls zu einer mit fruchtbarem Erdreich überdeckten Hochfläche so abgestuft, dass die Gewächse der verschiedensten Länder hier, wie in einem Treibhause, ihr Gedeihen finden. Durch die gleichmässige Temperatur wird die Vegetationsperiode nicht beschränkt, und da zweimal im Jahre, nach dem Zenithstande der Sonne, und wenn im

Winter der Passat von den höhern Breiten zurückweicht, die Niederschläge sich vermehren, so erleidet sie auch durch Dürre keine Unterbrechung. Als Burchell (1805—10) und Roxburgh (1813—14) die Flora untersuchten, war die Insel zwar von Wald entblösst, aber es waren doch noch so viel Reste von den endemischen Holzgewächsen übrig, dass aus den Dokumenten ihrer Sammlungen sich eine umfassende Kenntniss des frühern Bestandes schöpfen lässt. Seitdem aber sind durch die angesiedelten, kräftigeren Organisationen fremder Länder und besonders durch die europäische Kiefer die meisten einheimischen Pflanzen so vollständig verdrängt worden, dass Hooker kaum dreissig Jahre später (1839 und 1843) von gewissen Bäumen und Sträuchern keine Spur mehr, von andern nur noch abgestorbene Stämme an unzugänglichen Klippen aufzufinden vermochte ¹⁾.

Auf Burchell's Ausbeute und auf Roxburgh's Angaben ³⁶⁾ gestützt, schätzt Hooker die damalige Flora auf 45 sicher und 5 zweifelhaft einheimische Phanerogamen, von denen er 40 für endemisch erklärt: dazu kommen 26 Farne und darunter 10 der Insel ebenfalls eigenthümliche Arten ³⁹⁾. Von Roxburgh werden allein 16 Bäume und 9 Sträucher aufgeführt, die damals fast alle neu waren und sich als endemisch bewährt haben. Ueberhaupt beschränkt sich die natürliche Einwanderung auf wenige Arten, die absichtlich herbeigeführte, die nun den Bestand der heutigen Flora ausmacht, ist um so grösser, so dass Pritchard (1836) bereits über 400 angesiedelte Gefässpflanzen aufzählt.

Die meisten endemischen Bäume sind in ihrer der Olivenform entsprechenden Belaubung einander ähnlich, auch darin, dass sie grösstentheils weissgefärbte Blüten tragen: in solchen anscheinend bedeutungslosen Zügen äussert sich doch eine gewisse Gemeinsamkeit der Kräfte, die bei ihrer Entstehung thätig waren. Neben diesen immergrünen Laubhölzern bewohnte ein mehr als 20 Fuss hoher, endemischer Farnbaum den Gipfel der höchsten Berglandschaft (*Dicksonia arborescens*). Am merkwürdigsten sind die Holzgewächse durch ihren Bau, indem die Mehrzahl derselben mit keiner bestimmten Continental- oder andern Insselflora in systematischer Verbindung steht: es sind darunter wenigstens 5 eigenthümliche Gattungen ³⁷⁾, 4 von Synanthereen (mit 10 Arten) und eine monotypische Rhamnee.

Hooker äusserte die Vermuthung, dass die Vegetation von S. Helena in näherer Beziehung zum Kaplande stehe, und führte 5 Gattungen³⁵⁾ an, die beiden Floren gemeinsam wären. Allein mehrere derselben sind nach Roxburgh's Zeugniß vom Kap erst eingeführt worden: nur durch die Rhamneen (*Phylica*) und die Campanulaceen (*Wahlenbergia*) kann jene Meinung unterstützt werden. In den übrigen Fällen finden wir Verwandtschaften zu den verschiedensten und entlegensten Vegetationscentren, und besonders zu andern oceanischen Inseln. Vor Allem erinnern die Synanthereen an die ähnlichen Sträucher auf den atlantischen und an Bäume auf gewissen pacifischen Archipelen, die in einem weiten Umkreise Südamerika umgeben, wo dieselbe Familie an kontinentalen Holzgewächsen reicher ist, als anderswo. Von den vier helenischen Gattungen selbst aber ist nur *Petrobium* von bestimmt südamerikanischem Typus; die drei anderen sind mit grössern Gattungen verwandt³⁷⁾, die man wegen ihrer weiten Verbreitung als polycentrisch bezeichnen kann. Diese Synanthereen nannte man theils Gummi-, theils Kohlbäume, und neben ihnen nahm das helenische Ebenholz und das Rothholz an der Bewaldung den grössten Antheil: diese beiden letztern Bäume nun gehören zu einer Gattung von Sterculiaceen (*Trochetia*), welche ausserdem nur auf den Maskarenen einheimisch ist, und dort wächst auch eine Euphorbiacee, die man, jedoch vielleicht durch die nahe Verwandtschaft irreführt, sogar nur für eine Varietät eines der helenischen Bäume erklärt hat (*Acalypha rubra*). Sodann erinnert eine holzige Lobelie (*L. scaevolifolia*), die eine eigene Abtheilung in dieser Gattung bildet, an die Holzgewächse aus der Familie der Lobeliaceen, die für die Sandwich-Inseln charakteristisch sind, und zuletzt bleiben noch drei andere Sträucher aus Gattungen übrig, die auf Europa und die atlantischen Archipele hinweisen, aber auch zugleich polycentrisch sind (*Frankenia*, *Physalis*, *Plantago*). Nach diesen Thatsachen kann von einem Stammkontinent weder in dem Sinne die Rede sein, dass die Flora von daher durch natürliche Einwanderungen wesentlich bereichert wurde, noch als ob die endemischen Arten aus Umbildungen von Pflanzen hervorgegangen wären, die in einer früheren Periode von auswärts dahin gelangten. Nur von gewissen klimatischen Analogieen ist ihre Organisation der Ausdruck. S. Helena verhält sich demnach ganz verschieden von den Kap-Verden

und liefert den vollgültigen Beweis, dass die Entstehung der Pflanzen auf Inseln ebenso wohl, wie auf Kontinenten, unabhängig von andern Vegetationscentren möglich war. Warum sollte auch der geographische Umfang eines Gebiets auf die Kräfte, welche die Organisationen erzeugt haben, von Einfluss sein? In dem kleinsten Raume, wie im grössten, konnten sie in besonderer Weise sich entfalten: nur werden sie im ersteren Falle weniger zahlreich sein müssen.

7. **Madagaskar.** Der Küste von Mozambique bis auf etwa 60 g. Meilen genähert, an Umfang (10900 Q.-M.) grösser als Frankreich und in der Zone des südlichen Passats noch über den Wendekreis des Steinbocks hinausreichend (12^o—25^o S. B.) liegt im indischen Meere Madagaskar, die bedeutendste unter allen Inseln mit überwiegend endemischer Vegetation. Der Länge nach wird sie von hohen, granitischen Gebirgsketten durchzogen, deren höchste Erhebung man auf 11000 Fuss schätzt und die nach beiden Seiten zu einer sumpfigen oder mit Lagunen erfüllten, ungesunden Küstenniederung sich abflachen. Auf die Regenzeit werden 7 Monate gerechnet [Oktober bis April³⁹): da aber die Gebirge vom Südostpassat getroffen werden, so ist der grösste Theil der Insel mit feuchten Tropenwäldern bedeckt, welche im Innern mit hochgelegenen Grassavannen abwechseln, wo die trockene Jahreszeit schroffer abgeändert ist³⁹). Nur im Süden (21^o—25^o S. B.) hören die Wälder auf: hier findet man sandige Tiefebene mit einer dürrftigen Vegetation von dornigen Gewächsen⁴⁰).

Der Vegetationscharakter von Madagaskar ist übrigens bis jetzt noch nicht anschaulich dargestellt: nur Einzelheiten wurden ausführlicher besprochen und ansehnliche Sammlungen nach Europa gebracht, durch deren Bearbeitung für die Systematik Manches geleistet, jedoch keine zusammenhängende Uebersicht gewonnen ist. Unter den Vegetationsformen der Wälder ist der Baum der Reisenden (*Ravenala*) wohl die merkwürdigste Erscheinung, ein hoher Pisang, in gewissen Gegenden unter allen Gewächsen vorherrschend⁴¹), dessen Laubrosette, zweizeilig geordnet und in senkrechter Fläche ausgespannt, einem grossen Fächer zu vergleichen ist: die Blattstiele nun sind an ihrem Ansatzpunkte zu einer geräumigen Höhlung vertieft, womit sie das Wasser auffangen und zurückhalten, so dass sie,

angestochen, wie eine Quelle zum erfrischenden Getränk dasselbe ausfliessen lassen. Unter den Epiphyten sodann hat eine häufig vorkommende Orchidee (*Angraecum sesquipedale*) durch die Grösse ihrer Blumen die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, die, 7 Zoll im Durchmesser, einen Sporn bis zu anderthalb Fuss Länge tragen, unter den Wasserpflanzen die Ouvirandra, deren längliche Blätter aus einem durchbrochenen Adernetz, wie aus Spitzengewebe, gebildet sind.

In den Wäldern der Küstenniederung sind die herrschenden Bäume aus afrikanischen und asiatischen Formen gemischt: an Sudan erinnern die überall vorkommenden Acacien⁴¹⁾, an den indischen Archipel die Pandanusform und die Casuarinen. Nicht bloss in der eingewanderten, sondern auch in der endemischen Vegetation, an der Küste, wie in den Bergwäldern zeigt sich diese zwifache Richtung der Bildungen, die dadurch erklärlich wird, dass Madagaskar nach seiner geographischen Lage mit Sudan verbunden ist, in seinem Klima dagegen Indien näher steht. Dem Charakter der afrikanischen Flora entspricht die geringe Zahl der Palmen (6): eine der grössten Arten (*Raphia Ruffia*), durch ungewöhnlich lange Blätter ausgezeichnet, begleitet jedoch allgemein die Laubbölder, eine andere (*Areca madagascariensis*) gehört zu einem indischen Typus, die übrigen bilden eine eigenthümliche Gattung von kleinen Rohrpalmen (*Dypsis*). Selbst mit dem Kaplande verknüpft sich die Flora durch eine auch dort einheimische Gattung von Eriken (*Philippia*), deren Maquis am Rande des Urwalds im Gebirge auftreten⁴¹⁾. Den feuchten Landschaften Indiens entspricht die Physiognomie der Wälder, die Masse der Farne: sogar eine besondere Art von Nephthes ist hier, wie in Ceylon und auf den Seychellen, aufgefunden⁴²⁾. Die Bergwälder sind von holzigen Lianen durchrankt, ein unzugängliches Dickicht von Unterholz erfüllt sie, auch ist dies der Standort der Farnbäume: weniger häufig sind an den hohen Laubholzbaumen die Epiphyten, sie bestehen oft nur aus Farnkräutern. Die Bambusenform bezeichnet endlich den Vegetationsgürtel über der Region der Ravenala und der Ruffia-Palme. Die Savanen scheinen den afrikanischen ähnlich zu sein, aber auch in ihnen findet man noch gesellige Farnkräuter (*Osmunda regalis*).

Wahrscheinlich ist der grössere Theil der einheimischen Pflanzen endemisch: man erkennt dies an der Menge der Madagaskar

eigenthümlichen Gattungen, von denen man bereits hundert unterschieden hat, die sich über etwa 40 Familien vertheilen. Du Petit Thouars hat der Insel sogar eine endemische Familie, seine Chlaenaceen, zugesprochen, die indessen nur aus wenigen und wenig bekannten Arten besteht: zwar wird sie allgemein als selbständig anerkannt, ohne jedoch nach ihm näher untersucht zu sein, und nach ihrem Bau möchte sie wohl nur als eine Gruppe anomaler Gattungen in die Nähe der Tiliaceen zu stellen sein. Eine Mehrzahl von endemischen Gattungen wurde aus Madagaskar in folgenden Familien beschrieben: den Synanthereen (14), Apocynen (7), Melastomaceen, Rubiaceen und Euphorbiaceen (je 6), den Asklepiadeen (5), Acanthaceen (4), Orchideen (3). In neun Familien sind je zwei, in den übrigen nur einzelne eigenthümliche Gattungen enthalten.

8. **Maskarenen.** Ueber Madagaskar hinaus liegen in einer Entfernung von etwa 80 und 100 g. Meilen die beiden Maskarenen Bourbon und Mauritius, vulkanische Inseln von mässigem Umfange (75 Q.-M.), die erstere zu hohen Krateren (9450 Fuss), die letztere weniger beträchtlich (zu 2300 Fuss) sich erhebend. Klima und Vegetation sind auch hier, in der Nähe des Wendekreises (20° — 21° S. B.), durchaus tropisch und Madagaskar ähnlich; die Regenzeit dauert in Mauritius 5 Monate [December bis April⁴³], aber an Dürre leiden die Inseln niemals, ihr Haupterzeugniss ist Zuckerrohr. Die natürliche Bewaldung, von den Reizen einer der anmuthigsten Tropenlandschaften geschmückt, ist in Mauritius durch die Kultur auf die Berge zurückgedrängt, in Bourbon durch Lavafelder eingeschränkt, und hier ist auch die dem Passatwinde zugewendete Seite feuchter und fruchtbarer. .

Die Verwandtschaft mit Madagaskar, durch einige gemeinsame Gattungen angedeutet, geht noch bestimmter aus den ähnlichen Beziehungen zu Afrika hervor, aber die meisten Bestandtheile der Flora, sofern sie nicht aus Sudan oder Indien einwanderten, sind den Maskarenen durchaus eigenthümlich. Du Petit Thouars⁴⁵), der seine Untersuchungen auch auf Madagaskar ausdehnte, sammelte auf den Maskarenen 1000 einheimische Pflanzen, von denen die Hälfte endemisch war. Die reichere Ausbente gab ihm Bourbon, welches durch seine Hochgebirge bevorzugt ist: hier fand er 200 Arten, die nicht in Mauritius vorkommen, aber auch die letztere

Insel besitzt einige eigenthümliche Bäume, so dass die endemischen Arten, die beiden Maskarenen gemeinsam sind, die Ziffer von 300 nicht erreichten.

Der durch den Anbau gelichtete Hochwald, der ursprünglich Mauritius völlig bedeckte und der in Bourbon noch höher in das Gebirge hinaufreicht [bis 3600 Fuss ⁴⁶], ist zugänglicher, als anderswo, weil die tiefe Beschattung das Unterholz nicht aufkommen lässt. An Madagaskar erinnert hier die Pandanusform und die geringe Mannigfaltigkeit der Palmen (6), die aber sämmtlich endemisch sind: unter den Holzgewächsen sind die Rubiaceen besonders reich vertreten, unter den monokotyledonischen Bäumen findet sich eine *Dracaena*. Ueber dem gemischten Tropenwalde folgt ⁴⁶ auf Bourbon zunächst ein zusammenhängender Vegetationsgürtel von 50 Fuss hohen Bambusen (*Nastus borbonicus*), und dann (bei 4800 Fuss) beginnt die Region der Maquis oder, wie sie hier genannt werden, der Ambavilles. Dies sind Gesträuche, unter denen jedoch noch kleinere Bäume fortkommen und wo das Gebüsch zum Theil die Form des Krummholzes annimmt. Mannshoch bekleiden sie den Boden; ein niedriger Pandanus (*P. montanus*), der sie begleitet, ragt nicht über sie hervor; zahlreiche Farne wachsen mit ihnen zusammen, und ihre Zweige sind (noch bei 6600 Fuss) mit tropischen Epiphyten, Orchideen, Loranthaceen und Piperaceen, geziert.

Die Holzgewächse dieser Bergregion sind endemisch und für die Beziehungen der Vegetationcentren theils zu Afrika, theils zu andern oceanischen Inseln von Bedeutung. Hier wächst eine Reihe von Eriken (*Philippia*), Arten, die denen Madagaskars nahe verwandt, jedoch verschieden sind, und mit ihnen sind auch noch andere Formen des Kaplandes hier vertreten, Gnaphalien und sogar eine dem Rhinocerosbusch der Karroofelder ähnliche und nahe stehende Synantheree (*Seriphium passerinoides*). Andere Sträucher aus derselben Familie (*Senecio*) entsprechen dagegen fernen Inseldoren und ebenso die Farne. Die merkwürdigste Erscheinung aber ist eine Acacie (*A. heterophylla*), der grösste Baum dieser Region: indem dieselbe die Fiederblätter leicht abwirft und zum Theil durch die Blattstiele ersetzt, verbindet sie dadurch den Typus der afrikanischen und australischen Arten und stimmt mit der Koa-Acacie des Sandwich-Archipels so nahe überein, dass man diese für die näm-

liche Art gehalten und bis jetzt noch nicht sicher unterschieden hat. Beide stehen unter dem Einflusse eines oceanischen Klimas, aber die Orte, wo sie entstanden, sind beinahe um den halben Umfang des Erdkreises von einander entfernt.

Mit Sudan verglichen, erscheint der afrikanische Charakter der Maskarenenflora auch durch die vorherrschenden Familien⁴⁷⁾ in mehreren Beziehungen ausgedrückt, in andern wiederum, wie in der Abnahme der Gräser, sowie in der erhöhten Bedeutung der Farne, ist die klimatische Selbständigkeit der Inseln massgebend. Von endemischen Gattungen wurden mehr als 40 unterschieden, die sich unter 22 Familien vertheilen: eine Mehrzahl enthalten die Rubiaceen (7), die Synanthereen (6), die Sapindaceen, Sterculiaceen und die Saxifrageen (je 3).

9. **Seychellen.** Die nordwärts von Madagaskar gelegenen Seychellen (5° S. B.) bilden einen kleinen Archipel (4 Q.-M.) von granitischen Inseln, der nur durch die endemische See-Cocospalme merkwürdig ist (*Lodoicea Seychellarum*). Die sonderbar gestalteten Früchte, aus denen man Oel gewinnt, werden durch die Strömungen weit über das indische Meer getrieben, ohne das Gewächs doch je an einer andern Küste angesiedelt zu haben. Vielmehr geht diese Palme auch auf den Seychellen ihrem Untergange entgegen⁴⁸⁾. Nur noch ein Wald von einigen Hundert Bäumen ist auf Praslie und eine Anzahl von jüngern Individuen auf Île Curieuse übrig: indessen hat man Fürsorge getroffen, diese Bestände zu schonen.

10. **Sandwich-Inseln.** Die tropischen Archipele des stillen Meers bestehen entweder nur aus Korallenkalk, der in diesem Falle nur wenig über den Wasserspiegel hervorragte, oder sie sind vulkanische Hebungen und auch dann meistens gleichfalls von Korallenriffen umgürtet. Die Vegetation der niedrigen Inseln stammt grösstentheils aus Asien, die selbständigen Vegetationscentren sind hier überall an den Heerd einer vulkanischen Thätigkeit gebunden und ihre Bedeutung wächst mit dem Umfang und der Höhe der Kratere. Der Sandwich-Archipel (19° — 22° N. B.), nach seinem Areal (von 360 g. Q.-M.) einer der grössten und im Vulkan Maunakea auf Hawaii bis 12800 Fuss gehoben, besitzt unter den tropischen Inselgruppen die grösste Verhältnisszahl von endemischen Pflanzen.

Die meisten gebirgigen Inseln, welche innerhalb der Passatzone

des stillen Meers liegen, haben auch in ihrem Klima einen gemeinsamen Typus, der dem von Jamaika ähnlich ist. Sie sind an ihrer Windseite, wo die Wolken zu jeder Zeit sich sammeln können, feuchter und dichter bewaldet. Aber wenn an den Leegehängen auch wenig tropischer Regen fällt und die dürftigere Vegetation auf dürrem Felsboden dies erkennen lässt, so kann durch die Bewässerung der Thäler von den Höhen aus doch auch hier die Fruchtbarkeit gross sein. Auf Hawaii, wo man auf eine fünfmonatliche Regenzeit rechnet (Mai — September), ist der Niederschlag an der Küste unbedeutend, aber schon eine Stunde landeinwärts unterhält die herabfliessende Feuchtigkeit, gespeist von der Wolkenregion der Gebirge, ein beständiges Grün, der grösste Theil der Insel erscheint mit üppiger Vegetation bekleidet, die Pflanzungen der Cocospalmen und des Brodbaums wechseln mit Zuckerrohrfeldern und über der kultivirten Niederung breitet ein Waldgürtel rings um die Vulkane sich aus⁴⁹⁾.

Die meisten endemischen Pflanzen der Sandwich-Inseln bewohnen die Waldregion (900—5600 Fuss): nur etwa 20 Arten kommen auch anderswo vor⁵⁰⁾. Der herrschende Waldbaum, die Koa (*Acacia Koa*), breitet seine Kronen über ein verwachsenes Dickicht von immergrünem Unterholz aus⁵¹⁾. Die Koa verbindet, wie gesagt, den Typus der neuholländischen Acacien, bei denen das Mimosenlaub unterdrückt wird, mit den tropischen Arten, die dasselbe ausbilden. Sollte dieser Baum wirklich derselbe sein, wie die ähnliche Acacie von Bourbon, so möchte man hierin einen bestimmten Ausnahmefall von der Einheit der Vegetationscentren erblicken: in der That wird dies noch von zwei anderen Gewächsen angenommen, die dem Sandwich-Archipel mit Bourbon gemeinsam sein sollen (*Boehmeria stipularis* und *Carex Commersoniana*). Sind sie dagegen bei genauerer Vergleichung als besondere Arten zu unterscheiden, so kann man die Erscheinung mit der Verwandtschaft der arktischen und antarktischen Flora vergleichen und sie auf das Gesetz der klimatischen Analogieen zurückführen. Auch unter den übrigen Bäumen, welche die Koa begleiten, finden sich einige australische Gattungen (*Metrosideros*, *Myoporum*): eine derselben (*Santalum*) ist durch die Ausfuhr des wohlriechenden Santelholzes bereits selten geworden. Bei den Holzgewächsen des Unterholzes, welches aus mannigfachen Sträu-

chern und kleineren Baumformen gemischt ist, kommen solche systematische Beziehungen zur australischen Flora nur vereinzelt vor (bei *Exocarpus*, *Scaevola*, *Cyathodes*): die meisten stehen überhaupt in keinem nähern Verhältniss zu einem bestimmtem Stammcontinent. Die grösste, fünf endemische Gattungen umfassende Reihe von Arten (29) bildet eine abgesonderte Gruppe der Lobeliaceen. In diesen und anderen Fällen, bei den Violaceen (*Isodendron*), den Caryophyllen (*Alsinidendron*), den Geraniaceen (*Geranium arboreum*) und den Synanthereen (*Raillardia*, *Wilkesia*, *Hesperomannia*) treten hier Holzgewächse in Familien und Gattungen auf, bei denen die Bildung holziger Stämme auf den Kontinenten ganz ungewöhnlich oder auf entlegene Länder beschränkt ist. Waren es auf den atlantischen Archipelen Halbsträucher, die diesen oceanischen Typus zeigten, so sind es hier wirkliche Holzgewächse, die in der Wolkenregion stetig fortwachsen können und also nicht nöthig haben, gegen Unterbrechungen ihrer Entwicklung sich durch bloss unterirdische Stämme zu schützen, wie die ihnen verwandten Stauden periodischer Klimate. Andere Sträucher und Bäume und auch die meisten übrigen endemischen Gewächse der Sandwich-Inseln stehen als durchaus selbständige Erzeugnisse mit den Floren der verschiedensten Küstenlandschaften des stillen Meers in systematischer Beziehung, theils mit dem tropischen Asien, theils mit Nord- und Südamerika, oder mit den übrigen oceanischen Archipelen⁵²). Unter den endemischen Sträuchern sind nächst den Lobeliaceen die Rubiaceen (28), die Rutaceen (17) und die Araliaceen (7) am zahlreichsten. Durch die monokotyledonischen Holzgewächse ist die Flora mit den Inseln des indischen und stillen Meers verknüpft (durch die den letzteren eigenthümliche Palmengattung *Pritchardia*, ferner durch *Freycinetia*, *Draecena*, *Flagellaria*): aber im Gegensatz dazu fehlen andere asiatische Formen, wie die epiphytischen Orchideen und unter den Bäumen die *Ficus*-Arten.

Ueber der Waldregion ist der Maunaloa fast ganz von Lavaströmen bedeckt, und in einem geringen Abstände von den umwölkten Höhen verschwindet daher bereits fast jede Vegetation (bei 6600 Fuss): über dem Niveau von 8400 Fuss wurde daselbst ausser einem durch vulkanische Dämpfe befeuchteten Moose keine einzige Pflanze mehr aufgefunden⁴⁹). Dass aber selbst Bäume an weit höher

gelegenen Standorten die Bedingungen ihres Bestehens finden, beweist der noch etwas höhere Vulkan Maunakea, der nicht aus Laven, sondern aus losen Eruptivstoffen aufgebaut ist. Diese tragen einen zerstreuten Grasrasen und, wiewohl die Sträucher über dem geschlossenen Waldgürtel fast ganz verschwinden, reicht in vereinzeltem Wachstum der Manati-Baum (die 20 bis 30 Fuss hohe Leguminose *Edwardsia grandiflora*) bis zum Niveau von 10,300 Fuss, über welches hier einige andere Pflanzen noch eine Strecke weit hinaufgehen (bis 11,300 Fuss)⁴⁹). Der Manati gehört zu einer Gattung, die über entlegene Länder und Inseln zerstreut ist: die nächst verwandten Arten wachsen wiederum auf Bourbon, andere auf Neuseeland und eine derselben zugleich an der Magellanstrasse. Auch in Hawaii, wie auf den übrigen Sandwich-Inseln, hat übrigens die offene Gebirgsregion nur äusserst wenige und fast keine alpine Pflanzen geliefert: auf Maui sind gewisse Sträucher für die waldlosen Höhen charakteristisch (z. B. ein *Vaccinium*, die Synanthereen *Raillardia* und *Argyroziphium* u. a).

Die Gesamtzahl der auf den Sandwich-Inseln beobachteten Phanerogamen beträgt weniger als 600 Arten⁵³), von denen mehr als 60 Procent (gegen 370 Arten) endemisch sind: von Farnen und andern Gefässkryptogamen wurden etwa 130 Arten nachgewiesen. Unter den eingewanderten Pflanzen ist ungefähr die Hälfte allgemein tropisch oder ubiquitär, ein Viertel stammt aus der indischen Monsunflora, das siebente Achtel ist dem Archipel mit andern Südseeinseln, das letzte mit Amerika gemeinsam. Die endemischen Pflanzen bilden eine charakteristische Reihe von Familien⁵³), in welcher die Synanthereen den ersten, die Lobeliaceen bereits den zweiten Platz einnehmen. Von endemischen Gattungen wurden 24 aufgestellt, wovon nur etwa die Hälfte aus Monotypen besteht. Die übrigen und auch einige nicht endemische Gattungen enthalten eine grössere Reihe von Arten (wenigstens von zehn wurden mehr als zehn Arten aufgefunden). Die meisten endemischen Gattungen lassen sich leicht in das System einordnen: merkwürdig durch ihren weniger typischen Bau ist eine Begoniacee (*Hillebrandia*), die sich den Datisceen nähert, sodann eine Loganiacee (*Labordea*), welche mit den Rubiaceen verwandt zu sein scheint.

11. **Fidschi-Inseln.** Die meisten Koralleninseln der Süd-

see schliessen sich so nahe an die indische Monsunflora, dass sie von ihnen nicht mit grösserem Rechte abge sondert werden konnten, als der indische Archipel vom Festlande. Denn auch da, wo die Zahl der endemischen Arten grösser wird, ist die Flora sowohl nach der systematischen Stellung der Pflanzen, als nach dem Charakter der Vegetation der indischen gleichartig. In den Thälern von Taiti⁵⁴) herrscht die Pisangform (600—1500 Fuss), an den steilen Bergabhängen sind die Farnbäume von kletternden Farnen (*Mertensia*) umwoben, die weiter aufwärts ein unzugängliches Dickicht bilden. Dichtere Tropenwaldung, von Lianen und Epiphyten erfüllt, bedeckt die Samoa-Gruppe: auch hier werden die Banyanen (*Ficus*), die Pandaneen und Palmen von Farnbäumen begleitet. Auch in den Kulturgewächsen stimmen die Südsee-Inseln überein: die wichtigsten Nahrungspflanzen sind ausser der Cocospalme der Brodbaum (*Artocarpus incisa*), der Pisang, auf den Ackerfeldern Taro (*Colocasia*), Yams (*Dioscorea alata*), Pia (*Tacca*) und Bataten (*Ipomoea Batatas*).

Auch von der grössten der tropischen Gruppen, den Fidschi-Inseln (16^o bis 20^o S. B.), die bei Weitem am meisten Eigenthümliches geliefert haben, gilt eigentlich das Nämliche, wie von den übrigen: ihr Endemismus zeigt keineswegs das selbständige und dem Festlande fremdartige Gepräge der Sandwich-Inseln, die sie dem Umfange nach (380 Q.-M.) noch etwas übertreffen, während sie freilich geographisch weniger entlegen und nicht entfernt so hoch gehoben sind (weniger als 5000 Fuss). Bis zu ihren basaltischen Gipfeln sind sie mit üppiger Tropenvegetation bekleidet⁵⁴). Der Wald mit seinen laubreichen Baumkronen lässt wenig Unterholz aufkommen: in der obern Region (über 2000 Fuss), wo derselbe lichter wird, sind die Farne häufiger, und die Stämme bekleiden sich dichter mit Epiphyten und Lianen (z. B. *Freycinetia*). Noch grösser ist der Gegensatz der dem Passatwinde zu- und abgewendeten Abhänge⁵⁵). Die nasse und trockene Jahreszeit ist an den ersteren wenig geschieden: sie sind daher reich bewaldet, hier gedeihen die Palmen, Farnbäume, Bambusen, die Formen der Scitamineen, der atmosphärischen Orchideen. Auf dem Savanenboden der Leeseite, der von Niederschlägen weniger benetzt wird, erheben sich aus der Grasnarbe und dem Farngestrüpp zerstreute Pandanus-Stämme und

Casuarinen, oder die wenigen Bäume, durch welche der australische Typus auch auf die Südseeinseln übergeht (*Acacia laurifolia*, *Metro- sideros*): in einem höhern Niveau gewinnt indessen durch die Bewässerung auch hier die tropische Waldung das Uebergewicht.

Mehr als 700 Phanerogamen sind auf den Fidschi-Inseln gesammelt worden⁵⁶), wovon weniger als die Hälfte endemisch, etwa ein Viertel indisch ist und das Uebrige aus allgemein tropischen oder pacifischen Arten besteht. Die endemischen Gattungen, von denen 13 aus 11 Familien entdeckt wurden, sind fast sämtlich monotypisch und die meisten nahe verwandt mit indischen Typen. Auch von den endemischen Arten schliesst sich die grosse Mehrzahl unmittelbar an die indische Flora: sie vertheilen sich unter 66 Familien⁵⁶), unter denen die Rubiaceen, Euphorbiaceen und Orchideen die ersten Stellen einnehmen und auch die Palmen (11) verhältnissmässig zahlreich sind.

Die übrigen Archipele von den Karolinen bis zu den Gesellschaftsinseln haben fast keine endemische Gattungen geliefert: auf den letztern kommt ein holziger Monotyp aus der Familie der Lobeliaceen vor (*Sclerotheca*), und dies ist eine der wenigen Erscheinungen, wodurch die Sandwich-Inseln mit der indischen Flora der übrigen in Beziehung treten.

12. **Neu-Kaledonien.** In geringer Entfernung von den Neu-Hebriden liegt gegen den südlichen Wendekreis ausgestreckt (20° — $22\frac{1}{2}^{\circ}$ S. B.) die grössere Insel Neu-Kaledonien (315 g. Q.-M.), deren Physiognomie von der der indischen Flora völlig verschieden ist. Schon Forster⁵⁷) fand den Gegensatz gegen die Neu-Hebriden, die er eben verlassen und wo die tropische Vegetation auf das Ueppigste entfaltet sei, höchst auffallend, Neu-Kaledonien gleiche vielmehr dem australischen Kontinent, in den Wäldern fehle das Unterholz, auf einer dünnen Grasflur seien Myrtaceenbäume (*Melaleuca*) in weitläufigen Abständen zerstreut, der steinige Boden der öden Berge lasse auf die Trockenheit des Klimas schliessen. Die Insel wird nur durch Solstitialregen (Januar bis April) befeuchtet: die Dürre der übrigen Monate ist offenbar dadurch bedingt, dass der Passatwind den Küsten und der von Nordwest nach Südosten streichenden Gebirgsaxe entlang weht.

Sind aber auch die Formen der Vegetation denen des tropischen

Australiens ähnlich, so ist doch die maritime Entfernung (150 g. Meilen) zu gross, als dass ein erheblicher Austausch stattfinden könnte, und einige der grössten kontinentalen Familien und Gattungen sind auch unter den endemischen Arien nur schwach oder gar nicht vertreten. Das Verhältniss des Endemismus zu der geographischen Lage und zu den klimatischen Analogieen erkennt man an den Nadelhölzern, welche im Süden von Neu-Kaledonien und auf der benachbarten Île des Pins stattliche Hochwälder bilden (*Araucaria*): verwandte, aber selbständige Arten gleicher Gattung bewohnen das tropische Australien und Norfolk, dann kehrt dieselbe, in Neuseeland fehlend, in Südamerika noch einmal wieder. Von endemischen Gattungen sind in Neu-Kaledonien bereits zwanzig anerkannt worden, unter denen die Myrtaceen und Saxifrageen dreimal, die Tiliaceen und Euphorbiaceen zweimal vorkommen und die übrigen unter 10 verschiedenen Familien sich vertheilen.

13. **Norfolk.** Zwischen Neu-Kaledonien und Neuseeland liegt die kleine Gruppe der Norfolkinseln ($\frac{4}{5}$ g. Q.-M.), die durch ihre endemische Conifere (*Araucaria excelsa*) merkwürdig ist, eine der schönsten der Erde, von welcher Bäume von 180 Fuss Höhe und 18 Fuss Durchmesser beobachtet worden sind⁵⁵). Ausserhalb des Wendekreises gelegen (29° S. B.) und wenig fruchtbar, hat Norfolk doch unter seinen endemischen Erzeugnissen manche tropische Bestandtheile (z. B. Urticeenbäume, *Freycinetia*). Uebrigens schliesst sich die Flora⁵⁹), welche 6 endemische Gattungen aus 5 verschiedenen Familien geliefert hat, durch eine Palme (*Areca Baueri*) und zwei endemische Farnbäume (*Alsophila excelsa*, *Cyathea*) näher an Neuseeland, als an das 200 g. Meilen entfernte Australien, und von dort hat sie auch eine charakteristische Liliacee (*Phormium tenax*) entlehnt.

Zwischen Norfolk und Australien, aber doch näher der Küste von Sydney (75 : 125 g. Meilen) liegt die Lord-Howe's Insel (31 $\frac{1}{2}$ ° S. B.), deren Flora sich demohngeachtet an das Centrum von Norfolk anschliesst und mit Australien sehr wenig Verwandtschaft zeigt⁶⁰).

14. **Neuseeland.** Nach ihrer geographischen Lage in der gemässigten Zone (34° — 48° S. B.) und nach der Feuchtigkeit des Klimas⁶¹) stehen die neuseeländischen Inseln dem südchilenischen Waldgebiete näher, als Australien. Sie verhalten sich zu diesem

letztern doch nur wenig über 200 g. Meilen entfernten Kontinent, wie die antarktische Flora Amerikas zu den Pampas, wie ein waldreiches und ergiebigem Kornbau geöffnetes Küstenland zu dürrem Steppenboden, wo nur die Viehzucht blühen kann. Die Urbewohner Australiens blieben wegen der Schwierigkeit ihres Unterhalts wenig zahlreich und verharrten auf der niedrigsten Stufe menschlichen Daseins: in Neuseeland lebt der kräftige und bildungsfähige Stamm der Maori's, dem die Natur zur Ernährung ein geselliges Farnkraut (*Pteris esculenta*), ein anderes Gewächs (*Phormium tenax*) zur Bekleidung gewährt hat. Wenn auch reich bewässert und zu vulkanischen Berggipfeln, auf der Süd- oder Mittelinsel zu einer hochalpinen Kette (12400 Fuss) hoch über die Schneelinie sich erhebend, unterscheidet sich Neuseeland doch dadurch von dem antarktischen Gebiete Südamerikas, dass es nicht so dicht, wie Chiloe von Wäldern bedeckt ist, sondern dass offene, keineswegs malerische Hügellandschaften besonders an der Ostseite einen grossen Raum einnehmen.

Hier werden die Farne zu Stellvertretern der Gräser, sie bedecken, mit Gesträuchen wechselnd, unermessliche Strecken offenen Landes ⁶²⁾, und auch der Wald ist überreich an Kryptogamen ⁶³⁾. Kein Land der Erde kommt Neuseeland an massenhaftem Farnwuchse gleich, wodurch die Vegetation jenen ältesten Floren der Vorwelt ähnlich wird, in deren Ueberresten die kryptogamischen Gefässpflanzen vorwalten. Durch die gleichmässige Wärme der Jahreszeiten ⁶¹⁾, welche Neuseeland mit den übrigen Ländern dieser südlichen Breiten theilt, ist hier zugleich die Analogie mit dem Klima tropischer Gebirge am grössten.

Der immergrüne Wald ist gemischt, wie unter den Tropen, deren Ueppigkeit und Fülle doch nicht erreicht wird, wenn auch, mit Ausnahme der hier fehlenden Bambusen, die meisten Vegetationsformen dieselben sind, wie in tropischen Gebirgen. Farnbäume (*Cyathea*, *Dicksonia squarrosa*), bis zu 40 Fuss sich erhebend, wachsen verborgen unter der einförmigen Laubmasse der dikotyledonischen Stämme; die Palmen sind durch eine einzige Art von geringer Grösse vertreten (*Areca sapida*); auch bei den Liliaceenbäumen (*Cordylina*) verkürzt sich der Stamm, bis er ausserhalb des Waldes in der mächtigen Laubrosette von Schilfblättern bei dem neuseeländischen Flachs (*Phormium*) ganz verschwindet. Unter den Waldlianen sind

auf der Nordinsel die Pandaneengattung der tropischen Archipele (*Freyinetia*) und eine Smilacée (*Ripogonum*) die häufigsten. Die Epiphyten auf den Baumstämmen sind grösstentheils Farne, die atmosphärischen Orchideen zählen nur wenige Arten. So mannigfaltig endlich die Laubbölzer selbst im Walde gemischt sind, so ähnlich erscheinen sie doch in ihrer Belaubung, meist entsprechen sie den Oliven- und Lorbeerformen, auch die Coniferen tragen zum Theil flache Blätter (*Dammara*, *Phyllocladus*). Die Gesträuche haben ebenfalls wenig individuelle Eigenthümlichkeit, sie reihen sich im Allgemeinen an die Myrten- und Oleanderformen. Selbst den Blumen fehlt es am Reiz der Gestaltung: häufig sind die Blüten unansehnlich und grün, in einem grossen Theil der Gattungen unvollständig und oft eingeschlechtlich⁶³). Den düsteren Waldungen ist das Thierleben beinahe fremd, keiner farbigen Organe bedarf es, die Insekten anzulocken, wenn die Befruchtung dem Winde überlassen ist.

Nur die Wälder Neuseelands, in denen durch das Unterholz, die Farne und Lianen ein unzugängliches Dickicht gebildet wird, tragen das Gepräge eines dem der Tropen verwandten Klimas. Durch ansehnliche Bauhölzer bevorzugt, übertreffen sie in einzelnen Fällen den Tropenwald an Höhe des Baumwuchses. Von der Kaurifichte (*Dammara australis*), die, auf den nördlichen Theil der Nordinsel beschränkt (34°—37° S. B.) daselbst in abgesonderten Beständen vorkommt, wurden kolossale Stämme, Holzsäulen, die unterhalb der ersten Aeste zuweilen bis hundert Fuss emporragen, einer von 14 Fuss Durchmesser⁶⁴), beobachtet. Die eigentlichen Nadelhölzer wachsen gewöhnlich in zerstreuten Gruppen und treten daher in der Physiognomie der Laubwälder zurück: unter ihnen erreicht eine Art der Cypressenform (*Podocarpus dacrydioides*) häufig eine Grösse von 150 Fuss, und eben so hoch wird in der Reihe der Laubhölzer eine Monimiee (*Atherosperma Novae-Zelandiae*), welche an ihrem Fuss gewaltige Holztafeln, wie ein tropischer Baum, aussendet. Auch eine der beiden einzigen Proteaceen Neuseelands (*Knightia excelsa*) ist ein hoher Baum, der in seinem Wuchse der lombardischen Pappel gleichen soll. Man hat über hundert grössere (über 20 Fuss hohe) Holzgewächse kennen gelernt, darunter mehr als 40 Nutzhölzer, aber nur einige wenige, namentlich eine Saxifragee (*Weinmannia racemosa*), treten in grössern, selbständigen

Forstbeständen auf: die meisten Bäume verbinden sich zu gemischten Wäldern, in welchen die Myrtaceen (z. B. *Metrosideros*), Laurineen und Coniferen eine Mehrzahl von Arten enthalten.

In geselligem Wachsthum sind die einförmigeren, bräunlich oder matt gefärbten Gesträuche und die Farne verbunden, welche die offenen Berggehänge und dürreren Flächen bekleiden. Hier herrschen die mannshohen Manuka-Gebüsch (*Leptospermum*) und eine Rhamneengattung (*Pomaderris*), oder in gleicher Grösse das undurchdringliche Farnkraut (*Pteris esculenta*), welches man nur als eine klimatische Varietät des ubiquitären Adlerfarns zu betrachten pflegt, das aber wegen seines Gehalts an Nahrungsstoffen hier werthvoll, in seiner europäischen Form hingegen nutzlos ist. Dies sind auch die Standorte der Veronika-Sträucher, einer der wenigen Gattungen, von der die neuseeländische Flora eine grosse Reihe von Arten zählt. Ueberall schwach vertreten sind die Gräser und Leguminosen, auch fehlen die einjährigen Kräuter. Nur die vulkanischen Gerölle der Nordinsel⁶⁵) erzeugen ein mageres Weideland, wo dürftiges Gras mit stehenden Blättern von einem Dornstrauch (der Rhamnee *Discaria*) und ebenfalls dornigen Stauden (der Umbelliferengattung *Aciphylla*) begleitet wird.

Die Gebirge Neuseelands, auf denen auf der Südinsel die Gletscher bis in die Waldregion hinabreichen⁶⁶), sind wegen der Aehnlichkeit des Klimas und ihrer geographischen Lage mit den südlichsten Anden zu vergleichen. Auch hier finden wir, dass die Baumgrenze gegen die Schneelinie ziemlich hoch hinaufrückt, doch mit dem Unterschiede, dass die letztere bei Weitem nicht so tief liegt, wie unter gleicher Breite in Valdivia, und dass der geschlossene Wald der alpinen Region freien Raum übrig lässt, wobei aber doch einzelne Baumgruppen noch im Bereiche derselben übrig bleiben. Immergrüne, den antarktischen verwandte Buchen (*Fagus fusca* und *Menziesii*), die auch hier die eigentliche Waldregion im Gebirge bilden, hören schon bei 4200 Fuss auf⁶⁵), aber eine andere, ebenfalls hochstämmige Art (*F. Solandri*) und zwei Coniferen (*Libocedrus Bidwillii* u. *Phyllocladus alpinus*) verlieren sich erst bei 5600 Fuss⁶⁷); eine kleinere Buche (*F. cliffortioides*) ist den alpinen Höhen eigen thümlich (4700—6600 Fuss). Die Messungen der Schneelinie ergaben ein mittleres Niveau von 7200 Fuss⁶⁶). Durch die Forschungen

in der alpinen Region der Südinself ist die Kenntniss der endemischen Flora nicht unerheblich erweitert worden, aber die Analogieen mit der Vegetation der Polarländer beschränken sich auf wenige Gattungen (*Gentiana*, *Ranunculus*, *Veronica*). Unter den alpinen Sträuchern finden sich zwei Ericaceen (*Gaultheria*): zahlreicher sind die Rubiaceen (*Coprosma*) und die holzigen Synanthereen; unter den weniger mannigfaltigen Stauden sind die Umbelliferen (*Pozoa*, *Ligusticum*) und einige Monotypen wohl die merkwürdigsten.

Nach seinem Umfange mit Italien vergleichbar (5000 g. Quadratmeilen), hat Neuseeland, so eingehend auch die Flora erforscht worden ist, doch wenig über 1000 Gefässpflanzen geliefert⁶⁹⁾, wird also wohl nicht mehr als ein Viertel von den in einem gleich grossen Gebiete Südeuropas einheimischen Arten enthalten. So massenhaft auch die Farne auftreten, so ist doch die Zahl der Arten (115) kaum so gross, wie auf den Sandwich-Inseln. Zunächst ist die Armuth der Flora unstreitig der in so hohem Grade abgeschiedenen, oceanischen Lage beizumessen, da das nächste Land, wo ein ähnliches Klima herrscht, das antarktische Amerika, über 1300 g. Meilen entfernt liegt. Das Verhältniss der endemischen Phanerogamen in Neuseeland beträgt in Folge dessen nicht weniger, als 72 Procent⁶⁹⁾. Sodann ist aber auch die Einförmigkeit der von Bäumen beschatteten Standorte für die geringe Ergiebigkeit der Vegetationscentren von Bedeutung, obgleich der Boden auf der Nordinsel reich an fruchtbaren, vulkanischen Gesteinen, auf den südlichen Alpen aus granitischen Felsen und Schiefem bestehend, wie in Südafrika, genug Verschiedenheiten bietet, um einen Wechsel in der Vegetation hervorzurufen. Aber beide Inseln scheinen ursprünglich durchaus bewaldet gewesen zu sein, da man das Harz der Kaurifichte auch im Farngestrüpp ausgräbt und hierans geschlossen hat, dass die offenen Landschaften das Werk des Menschen sind, indem die Eingebornen in früherer Zeit den Wald durch Feuer zerstörten, um der Ausbreitung der Farne, von denen sie lebten, Raum zu schaffen⁷⁰⁾.

Die neuseeländische Flora zählt 24 endemische Gattungen, welche zu 19 verschiedenen Familien gehören und fast sämmtlich monotypisch sind: bei mehreren ist die systematische Stellung ziemlich unbestimmt (z. B. bei *Carpodetus* und *Ixerba*, die jetzt zu den Saxifrageen gestellt werden). Das Verhältniss der Gesamtzahl der

Arten zu der der Gattungen stellt sich etwa wie 3 : 1. Nur wenige Gattungen enthalten eine grössere Anzahl von Arten, mehr als 20 nur drei (*Veronica* 38, *Celmisia* 23, *Coprosma* 22).

Aus der Aehnlichkeit des Klimas und aus der Bedeutung der Wälder sind die in dem Abschnitt über das antarktische Gebiet erwähnten Analogieen mit diesem leicht erklärlich. Sie bestehen in der erheblichen Anzahl von vikariirenden Arten⁷¹⁾ und in der grösstentheils übereinstimmenden Reihenfolge der vorherrschenden Familien⁷²⁾: doch sind die Leguminosen vermindert und unter den Synanthereen fehlen die Labiatifloren. Auf der andern Seite zeigen die Formationen wenig Aehnlichkeit, weil, abgesehen von den Buchen, die Formen des Waldes andere sind, weil die Geselligkeit der Farne in den Vordergrund der Landschaft tritt und durch die Aufnahme der Palmen, der Liliaceen- und Farnbäume die Physiognomie der Natur sich dem Tropenwalde in weit höherm Masse nähert, als durch die Bambusen in Valdivia.

Der Austausch mit dem nächsten, dem australischen Kontinent, mit welchem Neuseeland auch durch die Meeresströmungen in keiner Verbindung steht, ist ebenso unerheblich, wie die systematische Verwandtschaft beider Floren nur einzelne Analogieen erkennen lässt. Von den grossen australischen Baumgattungen, den Acacien und Eukalypten, findet sich in Neuseeland keine Spur, von den Proteaceen nicht mehr, als die antarktische Flora Amerikas auch besitzt. Nur die Epacrideen (23 Arten) und einige Gattungen von Myrtaceen (*Metrosideros*) sind hier als Zeichen räumlicher Analogieen anzuführen.

Ein eignes Problem eröffnet die Vergleichung Neuseelands mit drei kleinen Archipelen, deren Flora grösstentheils von dort entlehnt ist, obgleich sie zum Theil ebenso fern liegen, wie die Norfolkinseln, mit denen ein weit geringfügigerer Austausch stattgefunden hat. Am merkwürdigsten erscheint dieser Gegensatz bei den Kermadec-Inseln (30° S. B.), die, gerade so weit nordöstlich, wie Norfolk nordwestlich entfernt (mehr als 100 g. Meilen), doch an dem Charakter der neuseeländischen Flora Theil nehmen und auch in ihrer Farnvegetation übereinstimmen⁷³⁾. Aus den beiden entgegengesetzten Meeresströmungen, die südwestwärts von den Fidschi-Inseln über Neukaledonien nach Neusüdwaies und andererseits an Neuseeland vor-

über nach Nordosten fliessen, lässt sich die Erscheinung bis jetzt nicht genügend erklären, da dieselben weder bei Norfolk noch bei den Kermadec-Inseln nachgewiesen sind⁵¹⁾. Es ist wahrscheinlicher, dass Norfolk als eine Gruppe von reichern, selbständigen Vegetationcentren die Einwanderung zurückwies, welche auf den Kermadec-Inseln leicht von Statten ging, weil sie an eignen Erzeugnissen sehr arm zu sein scheinen.

Die Chatham-Inseln liegen in einem etwas geringeren Abstände (80 g. Meilen) südöstlich von der neuseeländischen Küste (44° S. B.) und sind dadurch merkwürdig, dass die Formen der Palmen und Farnbäume, beide durch die neuseeländischen Arten vertreten, hier ihre Polargrenze auf der Südhemisphäre erreichen: auf der neuseeländischen Südinsel mögen sie vielleicht ebenso weit nach Süden gehen. Auch dieser kleine Archipel hat nur wenig endemische Arten [9]⁷⁴⁾, aber darunter doch 2 Synanthereenbäume (*Senecio Huntii* u. *Eurybia Traversii*) und eine endemische Boragineengattung (*Myosotidium*). Grösser ist die Anzahl eigenthümlicher Arten (26) auf den Lord Aucklands und der Campbell-Insel⁷⁵⁾ (51°—52° S. B.), aber dieselben bedürfen einer Vergleichung mit dem noch nicht näher bekannten südlichsten Theile von Neuseeland, von dem sie nur etwa 40 g. Meilen entfernt liegen. Unter den Farnen wird auch hier noch eine Tendenz zur Stammbildung bemerkt (bei *Aspidium venustum*, wo dieselbe sich zuweilen 2 bis 4 Fuss über den Boden erhebt): aber eigentliche Farnbäume giebt es doch nicht mehr. Befriedigender, als auf den Kermadec-Inseln ist die Verbindung dieser südlicher gelegenen Archipele aus der antarktischen Meeresströmung abzuleiten.

15. **Galapagos-Inseln.** Etwa 120 g. Meilen von der Westküste Amerikas erhebt sich der vulkanische Galapagos-Archipel unter dem Aequator zu Krateren von 4400 Fuss Höhe: derselbe besteht aus 6 grössern und einer Gruppe kleinerer Inseln (139 g. Q.-M.). Bei der Entdeckung fand man sie unbewohnt und nur die Charles-Insel, eine der kleinsten, hat man zu kolonisiren versucht: als Darwin⁷⁶⁾ hinkam, liessen endemische Vögel sich mit der Hand ergreifen, von grossen Schildkröten waren die Pfade gebahnt, welche durch das Gestrüpp von Holzgewächsen von der Küste die Vulkankegel hinauf führten. Kein besserer Standpunkt konnte gefunden

werden, zu beobachten, wie die sich selbst überlassene Natur die Organismen erhält und anordnet.

Der beständig herrschende Südostpassat verleiht dem Archipel ein dürres Klima, welches sogar die Palmen fern hält. An den Küsten regnet es selten, aber die Wolken, welche an den Bergen sich verdichten, hängen niedrig, und mit ihnen erscheint im Niveau von etwa 1000 Fuss eine ziemlich üppige Vegetation von Holzgewächsen, nachdem man über öde, mit lichtem, wenig belaubtem Zwerggestrüpp und Cacteen bedeckte Lavafelder hinaufgestiegen. Aber von tropischer Waldfülle ist hier, unter dem Aequator, auch im Gebirge keine Spur zu entdecken: dem stehen das Passatklima und das steinige Erdreich entgegen.

In der Küstenregion wachsen am häufigsten eine holzige Euphorbia (*E. viminea*), an deren Zweigen man aus der Ferne die Belaubung nicht wahrnimmt, weil die bräunlich gefärbten Blätter nur wenige Linien messen, und eine Opuntie (*O. galapagea*), deren ovale Gliederungen aus einem cylindrischen Stamm entspringen. Auch bei andern Sträuchern, sowohl endemischen (aus der Rhamneengattung *Discaria*, der Simarubee *Castela*), als eingewanderten (z. B. westindischen Acacien) ist das Laub unterdrückt und von geringer Grösse. Die Bewaldung in der feuchtern, umwölkten Region besteht hauptsächlich aus Synanthereen von zweifelhafter, systematischer Stellung (*Scalea*, *Macraea*, *Lecocarpus* u. a.), sowie aus Boragineen (*Cordia*), Euphorbiaceen (*Croton*), einigen Rubiaceen (*Psychotria*) und nicht endemischen Mimoseen. Aber auch hier ist das Wachstum gedrückt, die Bäume bleiben niedrig, selten werden sie über 20 Fuss hoch, und die meisten Holzgewächse bilden nur Gebüsche, wenn auch den Stämmen weder die Lianen fehlen (z. B. *Passiflora*, *Ipomoea*) noch die Epiphyten (*Epidendrum*, *Viscum*), und an dem Auftreten von Farnkräutern und Schilfgräsern (*Amphochaete*) die feuchtere Luft der Berge zu erkennen ist.

Auf den fünf Inseln, welche bis jetzt untersucht wurden, betrug die Ausbeute gegen 350 Gefässpflanzen, von denen mehr als 50 Procent endemisch sind⁷⁷⁾. Mit grösserer Evidenz, als irgendwo sonst, kann man hier den verschiedenen Ursprung der eingewanderten Gewächse und der Autochthonen nachweisen. Hooker⁷⁸⁾ führte diese Untersuchung bei den ersteren zum Abschluss, indem

er sowohl den Weg ihrer Einwanderung bestimmte, als ihre Migrationsfähigkeit prüfte. Doppelt so gross, als auf den grossen unbewohnten Inseln, ist ihre Anzahl auf dem kleinen Charles-Island [100 Arten ⁷⁷] auf $2\frac{1}{2}$ Quadratmeilen], weil hier allein die Kolonisation ihre Einführung vermitteln konnte. Die natürliche Einwanderung ging von der Küste des Isthmus aus, wo die nicht endemischen Pflanzen der Galapagos allgemein vorkommen, und zwar vermittelt einer lokalen Meeresströmung, welche von der Panama-Bai nach der Nordostseite des Archipels fiesst und hier das Meerwasser oft um mehrere Grade wärmer macht, als an den dem Humboldtstrome ausgesetzten Südküsten. Auf den nach Nordosten frei liegenden Inseln Chatham und James wurden mehr kontinentale Pflanzen gefunden [53 und 47] ⁷⁷, als auf Albemarle, welches grösser, als alle übrigen zusammengenommen, aber jener Strömung durch die südwestliche Lage entzogen ist.

Unter den eingewanderten Pflanzen sind namentlich solche Familien vertreten, die, wie die Leguminosen und Solaneen, lange Zeit ihre Keimkraft bewahren und daher auch unter tropischen Sämereien in europäischen Gewächshäusern am leichtesten aufkommen. Manche haben feste Schalen, mit denen sie der Einwirkung des Seewassers sicherer widerstehen können, nur wenige enthalten fette Oele, die sich leicht zersetzen. Vergleicht man, welche Familien unter den endemischen und nicht endemischen Arten die reichsten sind ⁷⁷, so werden diese Unterschiede sofort bemerkbar: so sind unter 15 Rubiaceen, bei denen die Keimkraft des Samens rasch erlischt, nur 2, unter 13 Solaneen 10 Arten kontinentalen Ursprungs:

Diejenigen, welche annehmen, dass die vikariirenden Arten aus Umbildungen von eingewanderten hervorgegangen sind, können auch unter den endemischen Gewächsen der Galapagos Beispiele genug anführen, dass eine nahe Verwandtschaft dieselben mit Amerika, als ihrem vorausgesetzten Stammkontinent, verbinde. Aber allgemein lässt sich dieser Gesichtspunkt nicht durchführen. Gerade unter den geselligen Holzgewächsen, durch welche die Physiognomie des Buschwaldes im Gebirge bedingt wird, finden wir die eigenthümlichsten Erzeugnisse, die Scalesien und andere Synanthereen, die nach ihrer systematischen Stellung dem Festlande ebenso fremdartig gegenüber stehen, wie die Lobeliaceen des Sandwich-Archipels. Es

sind von den Galapagos allein ~~10~~⁵ endemische Gattungen ⁷⁷⁾ beschrieben worden, deren Selbständigkeit unbestritten ist: sie sind mit einer einzigen Ausnahme (*Scalesia*) monotypisch, und sechs davon gehören zu den Synanthereen. Alle Beredsamkeit, womit die Abstammung der Vegetation oceanischer Inseln von den Kontinenten vertheidigt zu werden pflegt, kann die Thatsache nicht verdunkeln, dass in solchen Fällen die Organisationen nicht anzugeben sind, aus deren Variation man sie sich hervorgegangen vorstellen möchte. Die nahe Verwandtschaft hingegen, welche zwischen vielen endemischen Erzeugnissen des Archipels und denen der amerikanischen Floren unlängbar besteht, kann aus dem Bildungsgesetz der räumlichen Analogieen ebenso wohl, als aus einem genetischen Zusammenhange abgeleitet werden. Und warum sollte überhaupt das Festland vor den Inseln den Vorzug selbständig entstandener Organisationen gehabt haben, deren erste Erzeugung in den frühesten Perioden der Erdgeschichte jeder Möglichkeit einer Variation vorausging? warum sollte sich nicht später und an verschiedenen Orten wiederholt haben, was ursprünglich möglich war und wovon nur die Bedingungen ein noch ungelöstes Räthsel geblieben sind?

Bei der Vergleichung der Standorte hat sich eine durchgreifende Verschiedenheit der endemischen Gewächse auf den einzelnen Inseln herausgestellt. Mehr als die Hälfte derselben wurde nur auf einer einzigen der fünf untersuchten Inseln angetroffen [123] ⁷⁷⁾ und nur wenige Arten (5) waren dem ganzen Archipel gemeinsam. Weder durch die verschiedene Höhe der vulkanischen Hebungen, noch durch die ungleiche Fruchtbarkeit des Bodens wurden diese Absonderungen hervorgerufen: denn auf allen Inseln wiederholen sich dieselben Formationen, und die Unterschiede zwischen denjenigen, die am fruchtbarsten sind, weichen nicht weniger unter sich, als von den übrigen ab. Das Wesentliche der Erscheinung ist dies, dass die gleichen Vegetationsformationen auf jeder Insel aus verschiedenen, jedoch ähnlichen, sich gegenseitig vertretenden Arten zusammengesetzt sind. Als Beispiel kann der Buschwald der *Scalesien* dienen, der auf keiner der fünf untersuchten Inseln fehlt, aber auf jeder derselben aus ein oder zwei eigenthümlichen Arten gebildet wird. Wir entnehmen hieraus, dass die Natur ursprünglich sehr enge Wohnorte für die Organismen bereitet hat, dass sie um so reichlicher

die Arten gründete, als sie spärlich die Individuen schuf, und finden uns dadurch entschieden der Ansicht genähert, welche die Individuen gleicher Art von einem einzigen Individuum abstammend sich vorstellt. Diese ursprünglichen Verhältnisse haben sich auf den Galapagos erhalten, weil der Austausch unter den einzelnen Inseln durch ihre Lage und durch den Mangel verbindender Strömungen besonders erschwert war. Noch jetzt sind viele endemische Arten, wie in einem Garten gesondert, nur in wenigen Individuen vorhanden. Dass diejenigen, die zwei oder mehreren Inseln gemeinsam sind, wirklich durch Uebertragung verbreitet wurden, geht daraus hervor, dass ihre Anordnung derselben nach Westen fließenden Meeresströmung entspricht, durch welche auch die kontinentalen Gewächse einwanderten. Die Pflanzen der östlichen Inseln konnten sich leichter auf den westlichen ansiedeln, als die Erzeugnisse dieser auf jenen⁷⁹⁾. Durch die Absonderung der Vegetationscentren ist auch hier, wie auf andern oceanischen Archipelen, die Verhältnisszahl der Arten zu den Gattungen erhöht worden. Indessen sind es doch nur wenige Gattungen, bei denen die Anzahl der bekannt gewordenen endemischen Arten die der verglichenen Inseln übertrifft. (*Scalesia* zählt 8, *Borreria* ebensoviel, *Euphorbia* 10, *Acalypha* 6 und alle diese bei Andersson noch einige zweifelhafte Arten).

16. Juan Fernandez. Der kleine Archipel von Juan Fernandez, nur einige sechzig g. Meilen von der Küste Chiles entfernt (34° S. B.), ist weniger als 2 g. Quadratmeilen gross, aber durch seinen Endemismus sehr ausgezeichnet. Seine Basaltberge erheben sich gegen 3000 Fuss über steilen Uferklippen, der Boden ist indessen fruchtbar, und die Höhen sind dicht mit Wäldern bedeckt, die mit grasbewachsenen Flächen abwechseln⁸⁰⁾. So leicht eine Einwanderung vom Kontinent hier erfolgen konnte, so zeigt die endemische Vegetation doch wenig systematische Verwandtschaft mit der chilenischen oder antarktischen Flora. Auch hier ist der Wald von eigenthümlichen Vögeln belebt, und zwar von Kolibris, die, gleich den Bäumen, auf denen sie nisten, nirgendwo sonst auf der Erde vorkommen.

Durch das Vorwalten der Farne⁸¹⁾, sowie durch Farnbäume und Palmen nähert sich die Vegetation dem Charakter der neuseeländischen Flora, aber die Laubbölzer des Waldes sind Synanthereen-

bäume aus einer endemischen Gattung von Cichoraceen (*Rea*), die als solche mit keiner andern oceanischen Insel in Beziehung stehen und hier in einer Reihe verschiedener Arten (5 — 7) auftreten. Die Palme von Juan Fernandez hingegen gehört zu einer Gattung der äquatorialen Anden, die hier im Bereich der gemässigten Zone durch eine besondere und in einem weit tiefern Niveau wachsende Art vertreten ist (*Ceroxylon australe*). Auch unter den endemischen Sträuchern sind drei endemische Gattungen enthalten, die dem Typus der südamerikanischen Floren als entsprechend betrachtet werden können: zwei von holzigen Synanthereen (*Balbisia* mit 1 und *Robinsonia* mit 4 Arten, beide mit *Senecio* verwandt) und eine von Labiaten (*Cuminia* mit 3 Arten, die neben *Sphacele* gestellt wird). Somit besitzt Juan Fernandez nicht weniger als 4 eigenthümliche Gattungen, welche etwa 15 verschiedene Arten von Holzgewächsen umfassen. Das Santelholz, welches hier ehemals vorkam, soll verschwunden sein.

17. **Falklands-Inseln.** In einem nicht viel geringerm Abstände von der südamerikanischen Küste, aber in einer viel höheren Breite (52° S. B.) liegt Patagonien gegenüber der bedeutende Archipel der Falklands-Inseln (220 q. Quadratmeilen), dessen Flora so einförmig und mit der des Kontinents an der Magellanstrasse so übereinstimmend ist, dass, um hier ein selbständiges Gebiet von Vegetationscentren zu erkennen, wenig Anhaltspunkte zu Gebote stehn. Den Anlass, es in diesem Sinne aufzufassen, geben mehr die herrschenden Vegetationsformen, als die endemischen Gewächse, denen kein eigenthümlicher Typus zukommt, sondern die sämmtlich zu denen des Festlands in nächster systematischen Beziehung stehen. Endemische Gattungen sind überhaupt nicht gefunden worden. Aber die völlige Baumlosigkeit, wodurch sich die Falklands von dem antarktischen Gebiete des Festlands unterscheiden, ist hier nicht, wie in den Pampas, eine Folge unzureichender Bewässerung, sondern der heftigen Winde, welche die ebene oder zu Hügeln (bis 1800 Fuss) gewölbte Oberfläche der Inseln treffen. Das gleichmässige Klima ist rauh, wenn auch etwas milder, als an der Magellanstrasse, die Jahreswärme ziemlich dieselbe, wie in Irland, aber der Sommer um mehrere Grade kühler⁸²). Die feuchten Westwinde hüllen den Himmel in Nebel, und häufig entladen sich heftige Regen- und Hagelschauer.

Zu einem Weideland von der Natur bestimmt, wo freilich vor der Einführung der Heerden nur die Pinguine und andere Seevögel in unzähligen Schaaren hausten, sind die Falklands von hohem Grasrasen dicht bekleidet, der über mächtigen Torflagern sich ausbreitet. Das Tussockgras (*Dactylis caespitosa*) bildet hohe, ausgebreitete Garben von gedrängtem, schilfählichem Wuchs und verleiht nebst andern Gräsern (*Festuca*), sowie einem ebenfalls zum Futter dienenden Rohr (*Arundo pilosa*) den Inseln ihren landschaftlichen Charakter. Unter den Stauden zeigen einige gesellige Doldenpflanzen (*Azorella*) eine zu hochgewölbten Polstern zusammengedrückte Verzweigung, und die wenigen Holzgewächse (7) bilden nur ein niedriges Gestrüpp, welches am Boden zu haften scheint. Durch ein solches Wachstum und durch weithin ausgestreckte Wurzeln widerstehen alle diese Gewächse mit Leichtigkeit den stürmischen Bewegungen der Atmosphäre. Gegen die übermäßige Feuchtigkeit des Bodens, welche ihr trockenes Gewebe träge aufsaugt, scheinen sich viele derselben durch harzige Ausscheidungen oder den Firniss der Oberhaut zu schützen⁸³).

Wiederholte Untersuchungen der Flora haben nur einen Ertrag von kaum 150 Gefässpflanzen ergeben⁸⁴), von denen indessen doch fast 20 Procent endemisch oder wenigstens bis jetzt auf dem Festlande nicht bemerkt sind. Da aber das Klima abweicht, die Anordnung der Pflanzen verschieden und auch unter den Sträuchern wenigstens eine Art (*Senecio falklandicus*), unter den Gräsern mehrere eigenthümlich sind, so darf man wohl annehmen, dass der Archipel seine Vegetation nicht durchaus von dort empfangen, sondern eine Wanderung auch in entgegengesetzter Richtung stattgefunden hat.

18. **Tristan da Cunha.** Zwischem dem Kap Horn und dem Kap der guten Hoffnung, dem letztern um mehr als das Doppelte näher liegend, erhebt sich die vulkanische Insel Tristan da Cunha (37^o S. B.) zu einem erloschenen Krater von 7800 Fuss Höhe⁸⁵), sie hat einen ebenso geringen Umfang, wie S. Helena (2 g. Quadratmeilen). Die in diesen Breiten herrschenden westlichen Winde hüllen den Berg, der fast ohne Vorland steil aus dem atlantischen Meere emporsteigt, fast beständig in Wolken: es regnet stark und zu allen Zeiten, nur im Sommer (Januar bis März) ist auf heitere Tage und

auch dann nicht sicher zu rechnen⁸⁶). Nach den gewaltigen Regengüssen füllen sich die Giessbäche in den Bergschluchten mit Wasser und stürzen, bald wieder versiegend, periodisch ihre prächtigen Kaskaden in's Meer. Das fliessende Wasser, welches auch das Klima der Höhen und Tiefen ausgleicht, hält sich in gleicher Temperatur [von 8° R.⁸⁶]; das beschattete Thermometer steigt im Sommer selten auf 19°, sinkt aber durch nächtliche Abkühlung zuweilen bis auf 7°. Da kein Wechsel der Jahreszeiten zu bemerken ist, so wird die Vegetation in ihrer Entwicklung auch niemals unterbrochen.

Wie sehr dieses gleichmässige Klima den Farnen gemäss ist, erkennt man daraus, dass die Zahl der auf der Insel beobachteten Phanerogamen nicht grösser ist, als die der Gefässkryptogamen (29). Noch auf dem Plateau, welches den Kraterdom umgiebt (2800 Fuss hoch) und abwärts in feuchten Gründen wächst ein Farn mit holzigem Stamm (*Lomaria robusta*), der zuweilen 4 bis 5 Fuss vom Boden sich erhebt, aber gewöhnlich niederliegt und nur mit der Spitze emporstrebt. Bis zu demselben Niveau sind die Abhänge des Bergs grossentheils mit einem endemischen Krummholz (*Phyllica arborea*) bekleidet, welches, in den Spalten des anstehenden Gesteins befestigt, wohl 20 Fuss hoch wird. Einen höheren Baumwuchs lässt die stürmische Atmosphäre nicht aufkommen. Die Zwischenräume des Gestrüchs sind vielfach von einem in mannshohen Rasen wachsenden Rohrgrase (*Spartina arundinacea*) eingenommen. Auch die obere Region, wo das Krummholz aufhört, erzeugt bis zu beträchtlicher Höhe einen zarten Graswuchs (*Agrostis media* und *ramulosa*).

Alle diese herrschenden Gewächse und einige andere sind endemisch⁸⁶): eigenthümliche Gattungen hat man nicht gefunden. Nur zwei derselben haben ihr Verbreitungszentrum im Kaplande (*Phyllica* und *Pelargonium*), andere stehen in derselben Beziehung zu dem doch viel ferneren antarktischen Gebiete Amerikas (*Acaena*, *Nertera*, *Empetrum*, *Uncinia*). Eine unmittelbare Einwanderung aus Südafrika ist nur bei dem Pelargonium anzunehmen (*P. australe* var. *acugnaticum*), aus dessen Stammart im Kaplande auch in Neuseeland und Australien klimatische Varietäten hervorgegangen sind⁸⁷). Mehrere eingewanderte Pflanzen stammen hingegen unterschieden aus Südamerika⁸⁷), auch die Farne sind mit denen dieses

Festlands verwandt oder von dort herübergekommen⁸⁸). Diese Wanderungen finden auch abgesehen von den herrschenden Westwinden ihre einfache Erklärung in dem antarktischen Meeresstrom, der vom Kap Horn über die südlichen Breiten des atlantischen und indischen Meers in östlicher Richtung hinfließt und die entferntesten Küsten in Verbindung setzt.

19. **Kerguelens-Land.** Im Süden des indischen Oceans (unter 50° S. B.) liegt die basaltische Insel Kerguelens-Land, beinahe in gleichem Abstände von Afrika und Australien. Die Hebung der Insel über das Meer scheint nicht bedeutend zu sein (bis 2400 Fuss), und sie ist von beträchtlicher Grösse (126 q. Quadratmeilen), aber sie besitzt dennoch kaum 20 Gefässpflanzen⁸⁹), in der Polhöhe von Mainz nur ein Fünftel so viel, wie Spitzbergen. Das Klima ist zwar stürmisch, aber nicht so sehr rauh: vom Herbst zum Winter (Mai bis Juli) fiel das Thermometer nur selten unter den Gefrierpunkt und der Schnee hielt sich in tiefern Lagen nie länger, als zwei oder drei Tage⁹⁰). Die unverhältnissmässige Armuth der Flora ist zunächst vielmehr eine Folge des unfruchtbaren Bodens, dann auch der Entlegenheit der Insel, wodurch die Einwanderung erschwert wird, ohne im Endemismus einen Ersatz zu finden. Die Terrassen, zu denen das Land sich hebt, sind durch Felsbrüstungen geschieden, welche zuletzt in steilen oder senkrechten Klippen zum Meere abstürzen, die Höhen tragen Schnee, von den Abhängen werden durch die heftigen Regengüsse die Gerölle und das Erdreich beständig abgespült⁹⁰), so dass sich nur spärlich das Alluvium erhalten kann.

Die Vegetation ist ähnlich wie auf den Falklands, sie besteht aus einem reichen Grasrasen und aus jenen dicht verwachsenen, abgerundeten Polstern, welche durch antarktische Doldenpflanzen (*Azorella*) gebildet werden: im Niveau von etwa 1000 Fuss hört sie auf⁹¹). Holzgewächse finden sich nicht. Unter den endemischen Gefässpflanzen (6 Stauden und 2 Gräsern) ist die merkwürdigste eine Crucifere (*Pringlea antiscorbutica*), deren Laubrosette einem Kohlkopf gleicht, und die, als Gemüse zu verwerthen, schon von Cook Kerguelenskohl genannt wurde. Ausserdem giebt es noch eine zweite endemische und monotypische Gattung (die Caryophyllee *Lyalia*). Die übrigen eigenthümlichen Erzeugnisse der Insel gehören sämmtlich zu Gattungen der antarktischen Flora (z. B. *Acaena*, *Co-*

lobanthus, *Leptinella*; mit dem Tussock ist *Festuca Cookii* verwandt, die gewöhnlich den Grasrasen bildet). Durch eine dieser Gattungen (*Colobanthus*) steht die Flora auch mit der ebenfalls aus dem indischen Meere gehobenen Insel Amsterdam (39° S. B.) in Beziehung. Doch diese vikariirenden Arten können als klimatische Analogieen zwischen den Erzeugnissen der höheren Südbreiten aufgefasst werden, die eingewanderten bezeugen einen unmittelbaren Zusammenhang. Denn nicht von den näher liegenden Kontinenten stammen sie ab, sondern aus dem Gebiet des antarktischen Amerikas, und auch hier, wie in Tristan da Cunha, ist diese Einwanderung von dem ostwärts gerichteten Meeresstrome abzuleiten, der die mehr als 130 Längengrade von einander entfernten Küsten verbindet.

Hooker⁹²) fand während seines dreimonatlichen Aufenthalts auf Kerguelens-Land gegen den Winter dieselben Pflanzen in Blüthe, welche Cook in der Höhe des Sommers angetroffen hatte. Das grosse Uebergewicht des Wassers in hochsüdlichen Breiten, die Umwölkung des Himmels und die treibenden Eisfelder, welche sich im Sommer von dem antarktischen Kontinent ablösen und, indem sie schmelzen, die bessere Jahreszeit abkühlen, alle diese Einflüsse bewirken eine Gleichförmigkeit in der jährlichen Wärmevertheilung, die mit der Annäherung an den Südpol um so mehr zu wachsen scheint. Hier unterscheiden sich die Jahreszeiten nicht wie im Norden durch ihre Temperatur, sondern fast nur durch den Wechsel des Lichts: alle Monate sind kalt, aber das Thermometer schwankt, wie unter den Tropen, zwischen engen Grenzen. Im Gebiete der Eisberge, zwischen 55° und 65° S. B., gab es während des Sommers selten einen Tag, an welchem die Luftwärme über den Gefrierpunkt stieg oder unter — 5° R. sank. Hier wechseln schneereiche Südwinde mit nördlichen Luftströmungen, die, mit Wasserdampf beladen, unaufhörlich weisse Nebel von unbeschreiblicher Dichtigkeit über die Meeresfläche ausbreiten. Solche Niederschläge bilden sich auch auf den Inseln, die dieser Zone benachbart liegen, das ganze Jahr hindurch aus der Vermischung des Land- und Seewindes, entziehen ihnen die Vortheile ihres solaren Klimas und verbannen grossentheils den vom Stande der Sonne abhängigen Temperaturwechsel. Dies sind die Ursachen, weshalb mit der abnehmenden Jahreswärme das organische Leben schon diesseits des Polarkreises bald völlig aufhört.

Gerade unter diesem Gesichtspunkte ist es bemerkenswerth, dass ungeachtet so abweichender klimatischer Bedingungen die meisten antarktischen Familien und Gattungen dieselben sind, wie im hohen Norden. Freilich zeigen die Arten sowohl von Stauden als Gräsern auf den Falklands und auf Kerguelens-Land eine Ueppigkeit des Rasens, die den arktischen Ländern fremd ist, wo die Vegetation einen langen Winterschlaf erleidet. Andererseits musste die Flora solcher Inseln viel ärmer bleiben, weil nur der Bau solcher Pflanzen sich wiederholen konnte, welche gegen den Wechsel der Jahreszeiten und die Erwärmung durch die Sonnenstrahlen unempfindlich sind. Durch eigene Schöpfungen hat der hohe Süden diesen Mangel wenig auszugleichen vermocht.

Ueber die Breite der Falklands hinaus ist den Gefässpflanzen bald ein Ziel gesetzt. Die südlichste Staude, eine Umbellifere, wurde von Cook bereits in Süd-Georgien (54° S. B.) beobachtet. Auf Macquarie-Insel, im Südwesten von Neuseeland, erwähnt Wilkes nur noch hohen Grasrasen und das äusserste Vorkommen auch einer Graminee (*Aira antarctica*) bezeichnet die Südshetland-Inseln (60° — 63°).

Die letzten Gewächse endlich in der Richtung zum Südpol sind die Zellenpflanzen, welche Hooker auf der den Südshetlands benachbarten Cockburn-Insel (64° S. B.) beobachtet hat⁹¹⁾. In dieser Breite hören selbst die im hohen Südmeer fluthenden Algen auf. Auch der kontinentalen Küste von Viktoria ($77\frac{1}{2}^{\circ}$ S. B.) fehlen sie, wo im Meridian von Neuseeland der flammende Krater Erebus und der erloschene Vulkan Terror sich 12000 Fuss hoch erhoben und der Erdboden auch im Niveau des Meers sich von jeder Vegetation entblösst zeigte, ein nie gesehenes Schauspiel, vor dem die Natur selbst den äussersten Norden bewahrt hat. Den höheren Breiten der Südhemisphäre wurde wenigstens in der jetzigen Erdperiode die Sommerwärme versagt, die den arktischen Ländern gewährt ist. Schon unter dem 64. Parallelkreise, in einer Breite, wo der norwegische Sommer noch eine Wärme von 12° R. hat, fand Ross⁹³⁾ auf seiner antarktischen Entdeckungsfahrt beim höchsten Sonnenstande (im Januar und Februar) die mittleren Thermometerwerthe noch unter dem Gefrierpunkte. Deshalb sinken eben hier bereits die Lebensbedingungen der Vegetation auf die Stufe der arktischen Tundren her-

ab. Aber der unzersetzte vulkanische Fels der Cockburninsel⁹¹⁾ kann auch nicht einmal eine Tundra ernähren: die Laubmoose sind von der grössten Kleinheit und die wenigen Lichenen, unter denen eine ubiquitäre Form (*Parmelia murorum* var. *miniata*) roth in die Ferne schimmert, haften als blosse Krusten am Gestein.

Der klimatische Unterschied beider Polarzonen beruht auf der Lage des antarktischen Kontinents innerhalb des rings ihn umfließenden südlichen Eismeers. So weit wir den Haushalt der Natur übersehen können, scheint in ferneren Zeiten unausbleiblich ein Zustand eintreten zu müssen, wo auch die alten Festländer ihren Werth verlieren, wenn sie durch das fließende Wasser vollends ausgelaugt sind und die Gesteine an der Oberfläche die Nahrungsstoffe nicht mehr zu liefern vermögen, die für den Bestand des organischen Lebens nothwendig sind. Dann kann der Erdkugel noch eine Zukunft anderer Schöpfungen bevorstehen, wenn durch neue Hebungen in der gemässigten Zone der Südhemisphäre der Sonne ein erwärmungsfähigerer Boden, als jetzt, geöffnet wird. Auch hat in diesen südlichen Breiten, wo jetzt das Leben erloschen ist, schon einmal eine vorweltliche Periode bestanden, in welcher eine stärkere Erwärmung möglich war: denn gleich den untergegangenen Wäldern Grönlands gab es einst, wie aus ihren wohlerhaltenen fossilen Stämmen hervorgeht⁹⁰⁾, auch auf Kerguelens-Land Waldbäume, die zu einem Schlusse in diesem Sinne nöthigen.

Quellenschriften und Erläuterungen.

VI. Indisches

1. Wallace, *physical geography of the Malay Archipelago* (*Journ. geograph. soc.* 33. p. 225): weiter ausgeführt in dessen *Malay Archipelago*. 1869.

3. Uebersicht der Regenzeiten

Regenmonate.

I. Nördliche und Wendekreiszone.

1. Ebene vom Indus bis zum oberen Ganges (Punjab-Bundelkund), 33°—24° N. B. (*Hooker, Flora indica*, 1. p. 157. 160; *Schlagintweit, results*, 1. p. 238. 269);

z. B. Lahore, 31½° (Schlagintweit, a. a. O. p. 287);

Saharunpur, 30°: Niveau 1000' (Schlagintweit, Reisen, 1. S. 353).

2. Gangesebene bis Bengalen und Chittagong, 27°—22° N. B. (*Hooker*, a. a. O. p. 164; *Schlagintweit, results* a. a. O. p. 186);

z. B. Calcutta 22° (*Schlagintweit, results*, a. a. O. p. 205).

3. Assam, 27°—26° N. B. (Schlagintweit, Reisen, 1. S. 431. 481).

4. Khasia-Plateau, 26°—25° N. B.: Niveau 4000'—6000'. Temperatur und Niederschlag gemessen in Cherra Punji, 4000' (*Schlagintweit, results*, 4. p. 180; Vegetationscharakter nach Hooker a. a. O. p. 235).

5. Ava, 22° N. B. (*Hooker* a. a. O. p. 247; Temperatur nach Schlagintweit, *results* 4. p. 422).

6. Tonkin, 23°—18° N. B. (*Crawford, embassy to Siam*, 2. p. 256).

3—4½ Monate (Sommer): Mitte Juni bis Oktober (September, August), Niederschläge nach Westen und Südwesten an Stärke und Dauer abnehmend (nur vorübergehende Niederschläge im Winter).

Juni—August.

4½—5 Monate (Sommer): Juni bis Oktober. Nebel und Niederschläge kommen auch in den übrigen Monaten vor, am seltensten im Frühling.

8 Monate (Sommer): März—Oktober; Nebel im Winter.

6½ Monate: April bis Mitte Oktober (im Sommer verstärkt). Niederschläge intensiver, als irgendwo sonst; in den übrigen Monaten Regen beinahe fehlend, aber Thau beträchtlich und Nebel in den Thalfurchen.

Schwache Regenzeit von kurzer Dauer (wegen einschliessender Gebirge).

4 Monate (Sommer): Mai—August.

Monsungebiet.

2. *Krecke, waarnemingen te Padang (Meteorologische waarnem. uitgegeven door het Nederlandsch meter. Instituut. 1857. p. 322).*

im Monsungebiet.

Monsun der nassen Jahreszeit.	Temperatur.	Wasserdampf.	Niederschlag.	Vegetationscharakter.
SW.	Heisse Jahreszeit: März bis Juni, kühle: November bis Februar, nach Nordwesten verlängert (Mitte Oktober bis März). Sommer 25°; Winter 11°; Januar 8°. Januar 10°,5.	Trocken.		Dornsträucher (Mimosenform).
S, SO.	Heisse Jahreszeit im Frühling; Temperatur nach Südost an Gleichmässigkeit zunehmend. Jahreswärme 20°,5; Januar 15°, Mai 23°,6.	Feucht.	60"—100".	Offenes Kulturland; Vegetation immergrün.
SW (mit unteren Gegenwinden).	Sommer 22°,4; Winter 12°,8.	Feucht.	80"—100".	Waldjungle.
(S.)	Sommer 16°; Winter 9°,8.	Feucht.	600"—620".	Reiche Mischung palmenreicher Aequatorial-Jungles mit Himalaja-Formen in der oberen Region.
	Sommer 23°; Winter 16°,4.	Trocken.		Gesträuch.
SW.	Unterschied der Sommer- und Wintertemperatur beträchtlich.			

	Regenmonate.
II. Zone der beiden indischen Halbinseln.	
1. Westküste von Hindostan, 20° bis 6° N. B.	
a. Concan, 20°—15° (Hooker, a. a. O. p. 129);	4—5 Monate (Sommer): Juni (Mai) bis September.
z. B. Bombay 19° (Schlagintweit, <i>results</i> , 4. p. 383);	
b. Malabar, 15°—8° (Hooker, a. a. O. p. 122);	6—7½ Monate (Sommer): Mitte März (Mai) bis Oktober. Regen nach Süd und Nord abnehmend; Winter nicht ohne Niederschläge.
c. West- und Südküste von Ceylon, 10°—6° (Schlagintweit, <i>Reisen</i> , 1. S. 204).	8 Monate: Mai—December (Regen im Sommer nachlassend); die übrigen Monate nicht ganz regenlos.
2. Centrales Tafelland (Bahar, Berar, Dekkan, Mysore), 25°—10° N. B.: Niveau 2000'—4000' (Hooker, a. a. O. p. 134. 137; Schlagintweit, <i>Reisen</i> , 1. S. 123).	3 Monate: Juni—August (schwacher Sommerregen).
3. Ostküste von Hindostan (Koromandel), 22°—6° N. B.	Sommerregen, schwächere Niederschläge im Winter.
a. Orissa, 22°—16° (Hooker, a. a. O. p. 142);	
b. Carnatic, mit Nord- und Ostküste von Ceylon, 16°—6° (Hooker, a. a. O. p. 131);	2½ Monate (Herbst): Mitte Oktober (Anfang November) bis December. Wenig Niederschläge im Sommer.
z. B. Madras, 13° (Schlagintweit, <i>Reisen</i> , 1. S. 135).	
4. Westküste von Hinterindien, 22° bis 2° N. B.	
a. Arracan, Pegu und Tenasserim, 22°—13° (Hooker, a. a. O. p. 245).	7 Monate (Sommer): Mai bis November.

Monsun der nassen Jahreszeit.	Temperatur.	Wasserdampf.	Niederschlag.	Vegetationscharakter.
SW.	Gleichmässig. Frühling 22 ^o ,6; Winter 19 ^o ,4; Jahreswärme 21 ^o ,5.	Feucht.	80—100'' (in den Ghauts — 250'').	Kulturland.
SW.	Gleichmässig; Jahreswärme 21 ^o ,8.	Feucht.	Mehr als 100'' (Travancor, 9 ^o nur 70'').	Waldjungle.
SW. (NO.)	Gleichmässig; Jahreswärme 22 ^o .	Feucht.		Waldjungle.
SW.	Gleichmässig.	Trocken.	20''—50''.	Kulturland mit öden Strecken: Gestrüch, Wald an den Abhängen der Ghauts, ausgedehnter an der nördlichen Abdachung.
S. u. SO. im Sommer, O. im Winter, beides Seewinde.	Gleichmässig.	Feucht.		Waldjungle.
NO.	Gleichmässig. Jahreswärme 22 ^o ; Januar 19 ^o ,5; Juni 24 ^o ,7.	Trocken, ausgenommen im Winter.	45''.	Gestrüch.
SW.		Feucht.	180'' — 210'' (in Rangun wegen der Küstenbiegung nur 85'').	Waldjungle.

	Regenmonate.
b. Malacca, 13°–20° (Hooker, a. a. O. p. 251).	Regen in allen Monaten; Niederschläge im Sommer (unter dem Schutz der Gebirge von Sumatra schwächer, als im Winter).
5. Siam, mit der West- und Südküste von Cambodja und Cochinchina, 20° bis 9° N. B. (<i>Crawford</i> , a. a. O., 2. p. 168; <i>Mouhot travels in Indo-China</i> , 2. p. 157; <i>Schlagintweit, results</i> , 4. 423).	6 Monate in Bangkok, 14° (Sommer): Mai—Oktober; einzelne Niederschläge auch im Winter. 4 Monate in Saigun, 11° (Sommer): Ende Mai—September.
6. Ostküste von Cochinchina, 18° bis 12° N. B. (<i>Crawford</i> , a. a. O. 2. p. 256).	5 Monate (Winter): Ende Oktober bis März.
III. Indischer Archipel.	
1. Nördliche Inselzone, 19°–30° N. B., z. B. Manilla, 14½° (Meyen, Reise um die Erde, 2. p. 281; Temperatur nach Dove in Berl. Abh. 1852. S. 230).	6–7 Monate (Sommer): Mai—Oktober (November).
2. Aequatorialzone, 3° N. B. bis 30° S. B., z. B. Palembang in Sumatra, 30° S. B. (<i>Miquel, Flora sumatrana</i> , p. 15. 20).	Regen in allen Monaten. Maximum der Niederschläge im April und December, einige Zeit nach dem Zenithstande der Sonne.
3. Südliche Inselzone, 3°–10° S. B.	
a. Java, 6°–8° (Junghuhn, Java, 1. S. 162; Temperatur von Batavia nach Dove's Temperaturtafeln).	Regen in allen Monaten, aber Zunahme der Niederschläge (Regenmonsun) von December bis März (Sommer), Abnahme Juni bis September (Winter).
b. Timor, 8°–10° (<i>Wallace in Journ. geogr. soc.</i> , 33. p. 224).	3 Monate (Sommer): December bis Februar. Niederschläge auf der Inselreihe bis Java allmählich zunehmend.
c. Molukken und Südwestküste von Neu-Guinea, 3°–9° S. B. (<i>Wallace</i> , a. a. O.; <i>Sul. Müller, Bijdragen tot de Kenniss van Nieuw Guinea: Reizen</i> , 1. p. 42).	Regen in allen Monaten, aber Zunahme der Niederschläge von Mai bis September (Winter), mit geographisch unregelmäßigen Unterbrechungen.

Monsun der nassen Jahreszeit.	Temperatur.	Wasser- dampf.	Niederschlag.	Vegetations- charakter.
NO. u. SW., bei- des See- winde.	Sehr gleichmässig. Jahreswärme 21°.	Feucht.	60''—120''.	Waldjungle.
SW.	Gleichmässig, wärmste Zeit im Frühling. In Bangkok Januar 19° 9; April 23° 2.	Feucht.		Waldjungle.
NO.	Winter kühl wegen der Regenzeit. Tempe- raturextreme in Hué (16°): 31° 5 und 11°.	Trocken im Som- mer, feucht im Winter.		
SW.	Gleichmässig. Januar 20°; April 22°.	Feucht.		Waldjungle.
SW. u. NO. bei nörd- licher, NW. u. SO: bei südlicher Deklina- tion der Sonne.	Sehr gleichmässig: Ja- nuar 21° 2; Mai und September 21° 8.	Feucht.		Waldjungle.
NW. u. W.	Gleichmässig. Jahres- wärme in Batavia 20° 5; November 19°, Mai 21°.	Feucht.		Waldjungle (lokal Sa- vane).
NW.		Trocken von März bis No- vember.		Lichte Ge- hölze von australi- schem Cha- rakter.
SO.	Gleichmässig.	Feucht.		Waldjungle.

4. *Hooker u. Thomson, Flora indica*, 1. p. 37.
 5. Schlagintweit, Reisen in Indien und Hochasien, 1. S. 101.
 6. *Hooker u. Thomson. s. a. O.* 1. p. 161. 191.
 7. *Wallace, s. a. O.* p. 224; dessen *Malay Archipelago*, 1. p. 310.
- Australische Baumformen auf Timor sind: *Eucalyptus obliqua*, *E. alba*; *Acacia quadrilateralis*.

8. *Jukes, Voyage of H. M. S. Fly*, 1. p. 157 (Jahresb. f. 1847. S. 51).
9. *Hinds, the regions of vegetation (in Belcher, Voyage round the world*, 2. p. 384: Jahresb. f. 1842. S. 432).

10. *Bennett, whaling voyage*, 1. p. 159. (Jahresb. f. 1844. S. 83).

11. Die grösseren, vorherrschend tropischen Familien sind folgende (die beigefügten Ziffern beziehen sich auf Schätzungen der bekannten Arten, bei den Polypetalen nach Bentham und Hooker):

Anonaceen (400), Myristiceen (75), Menispermeeen (80), Capparideen (300), Bixineen (mit Einschluss der Samydeen und Passifloreen 560), Euphorbiaceen (4000), Amarantaceen (420), Nyctagineen (100), Malvaceen (mit Einschluss der Bombaceen, Sterculiaceen, Buettneriaceen und Tiliaceen 1450), Dipterocarpeen (112), Ternstroemiaceen (260), Guttiferen (230), Malpighiaceen (580), Sapindaceen (650), Meliaceen (270), Aurantiaceen (60), Simarubeen (112), Ochnaceen (140), Ampelideen (250), Illicineen (150), Urticeen (1500), Piperaceen (700), Terebinthaceen (Anacardiaceen und Burseraceen 600), Connaraceen (140), Chrysobalaneen (170), Myrtaaceen (1800), Melastomaceen (1800), Lythrarieen (250), Rhizophoreen (50), Combretaceen (240), Vochysiaceen (100), Laurineen (930), Cucurbitaceen (470), Cacteen (1000), Begoniaceen (350), Aristolochiaceen (200), Araliaceen (340), Olacineen (170), Lorantheen (600); Rubiaceen (3700), Myrsineen (400), Sapoteen (200), Styraceen (140), Ebenaceen (180), Apocynaceen (800), Asclepiadeen (1000), Convolvulaceen (750), Solaneen (1200), Bignoniaceen (600), Acanthaceen (1500), Gesneriaceen (500), Verbenaaceen (700); Aroideen (700), Palmen (600), Commelyneen (300), Smilaceen (300), Dioskoreen (80), Bromeliaceen (500), Scitamineen (500).

Die merkwürdigsten Ausnahmen von der Verbreitung dieser Familien über alle Tropenländer bestehen darin, dass die Vochysiaceen, Cacteen und Bromeliaceen ursprünglich durchaus auf Amerika beschränkt erscheinen, die Dipterocarpeen und Aurantiaceen mit wenigen Ausnahmen auf Asien.

12. *Zollinger, Verzeichniss der im indischen Archipel gesammelten Pflanzen.* Heft 3. S. 44. 40. 23. 30.

13. Bengalen hat auf der geogr. Quadratmeile über 3000, die nordwestliche Provinz der Gangesebene 5400, Java 5600 Bewohner (Behm's geogr. Jahrbuch, 1. S. 66 u. f.).

14. *Miquel, Flora Indiae batavae*, 3. p. 50. 768.

15. *Hooker und Thomson, Flora indica*, 1. p. 162. Unter den vier hochstämmigen Palmen des Carnatic an der Koromandelküste ist nur ein *Phoenix* einheimisch (das. p. 133.): kultivirt werden *Cocos*, *Borussus* und

Areca Catechu. Von Orissa (das. p. 142) bemerkt Hooker, dass daselbst *Arenga saccharifera* und vielleicht *Caryota*, aber anscheinend keine andere Palmen vorkommen. Die Kultur der Cocospalme auf dem Tafellande von Mysore wird ebenda bezeugt (p. 137).

16. Darwin, *journal of researches*. Deutsche Ausgabe, 2. S. 234.

17. Jagor, Singapore, Malakka, Java, S. 180.

18. Richthofen (Peterm. Mittheilungen f. 1862. S. 421).

19. R. Brown, Pflanzen vom Congo (vermischte Schriften, 1. S. 302).

20. De Candolle, *géographie botanique*, p. 923.

21. Junghuhn, Java, 1. S. 342; 2. S. 571 — 1. S. 308. 425. 257.

320. 218. (Jahresb. f. 1852. S. 53. 55. 51).

22. Meyen, Reise um die Erde, 2. S. 266.

23. Mohl (botanische Zeitung, 27. S. 10). Das Princip der Stauungen, dass da, wo plastische Säfte sich anhäufen, Vegetationspunkte thätig werden, ist schon früher bei der Bewurzelung abgeschnittener Zweige, bei den Stecklingen erkannt worden (*de Candolle, Physiologie végétale*, p. 162). Nach den schönen Untersuchungen Hanstein's ist anzunehmen, dass auch hier die den Bildungssaft senkrecht nach abwärts fördernde Schwerkraft mitwirke, aber auch in anderen Richtungen können solche Stauungen erfolgen.

24. Junghuhn, Reisen in Java, in Lüdde's Zeitschrift für vergleichende Erdkunde, 2. S. 358 (Jahresbericht f. 1843. S. 48. und 1814. S. 58 — 55).

25. Reinwardt, über den Charakter der Vegetation des indischen Archipels, S. 9. (Berliner Naturforscherversammlung f. 1828).

26. *Parliamentary papers for 1858*, nach Peterm. Mitth. f. 1859. S. 33, mit einer Karte über die Verbreitung der Sal- und Teakwälder, sowie von indischen Kulturgewächsen.

27. Die Teakwälder fehlen in dem feuchten Aequatorialklime von Borneo nach Spenser St. John (*life in the forests of the far East*, 2. p. 243) und in Sumatra nach Miquel (*Flora sumatrana*, p. 94).

28. Junghuhn, Java, 1. S. 251. 247. 403. 320. 373. 212.

29. Unter den Coniferen des indischen Archipels entsprechen *Dammara alba* und die meisten *Podocarpus*-Arten der Olivenform, der Lorbeerform *Podocarpus latifolia* (und das den Coniferen verwandte *Gnetum*); eigentliche Blattnadeln besitzen *Podocarpus cupressina* und *Dacrydium*.

30. Kittlitz, Vegetations-Ansichten von Küstenländern und Inseln des stillen Oceans, Taf. 6. 8. und 15. Von anderen Vegetationsformen der Carolinen und Marianen sind hier dargestellt: die Palmen (Taf. 9. 16; Cycaden Taf. 11), Pisang (Taf. 7), Pandaneen (Taf. 10. 11. 12. 15), Farnbäume (Taf. 16), Mangroven (Taf. 5), die Banyanen (Taf. 6), der der Bombaceenform verwandte Brodbaum (Taf. 10); ferner Aroideen (Taf. 7), Agavenform (Taf. 11. 12), Savanengräser mit Casuarinen (Taf. 13), Farnkräuter (Taf. 5. 6. 8).

31. Die endemische Gattung *Cardiopteris* wird gewöhnlich in die Nähe der Olacineen gestellt: ich glaube indessen ihre nächste Verwandtschaft in den Hydrophylléen zu erkennen.

32. *Hooker, Himalayan journals*, 1. p. 166; 2. p. 322. — 1. p. 100. 377.

33. Unter den häufigsten Gewächsen an den Nordabhängen des centralen Tafellands von Hindostan erwähnt Hooker zwei zu Gestrüpp verkümmerte Aurantiaceen (*Feronia* und *Aegle*), deren Belaubung an die südeuropäische *Pistacia Lentiscus* erinnert (das. 1. p. 25: andere Bestandtheile der Gunglagebüsche das. p. 31).

34. *Nepenthes Rajah* ist nebst anderen Arten, von denen Low in Borneo über 20 unterschieden hat, von Hooker beschrieben und abgebildet in den *Transactions Linnean soc.* 22, p. 419. Details über die am Kina-Balu beobachteten Nepentheen vergl. bei *Spenser St. John* a. a. O. 1. S. 327 u. a., wo auch Hooker's Abbildungen copirt sind.

35. Den Ausdruck Diluvialmarsch, den ich früher für die Ablagerung fruchtbarer Erdkrumen am Südrande der baltischen Ebenen gebrauchte (Vegetationslinien des nordwestlichen Deutschlands), glaubte ich auf den Terai anwenden zu dürfen, weil auch die Bildung dieses Landstreifens von dem Ufer eines Meers abgeleitet worden ist, welches in einer früheren geologischen Periode die Gangsniederung bedeckte. Das Material liefern auch bei dieser Marsch die Flüsse, deren Detritus in früherer Zeit sehr viel grösser als gegenwärtig gedacht werden muss. Im Himalaja haben sie ihr Bett tiefer eingegraben, als irgendwo sonst, wie die Bewegung des Wassers und der Stoffe, die es mit sich führt, immer im Verhältniss zur Grösse des Gebirgs steht. Bei diesem Anlass darf ich wohl erwähnen, dass die Abnahme der Gebirgshöhe, als eine Folge der Abtragung durch das fliessende Wasser während unermesslicher Zeiträume wirksam gedacht, eine Reihe von Erscheinungen zu erklären gestattet, bei denen man gewöhnlich klimatische Aenderungen auf der ganzen Erdkugel voraussetzt, nämlich die verringerte Masse der Niederschläge, das gesunkene Niveau der Flüsse, das Zurücktreten der Gletscher und den verminderten Umfang der Gerölle, die sich von der Höhe zur Tiefe bewegen. So lange die Gletscherspuren, die man auf den meisten Gebirgen der Erde nachgewiesen hat, in Nordasien nicht aufzufinden sind, muss, wie bereits Baer bemerkt hat, die Annahme einer allgemeinen Eisperiode der Erde zurückgewiesen werden. Dieser Ausnahmefall von einer weit verbreiteten Erscheinung würde dagegen leicht erklärlich sein, wenn die Hebungen des Ural und Altai zu keiner Zeit die Höhe erreicht haben, die zur Ausdehnung der Gletscher bis zu tiefen Niveaus erforderlich ist.

36. *Hooker* und *Thomson, Flora indica*, 1. p. 192. 194. 177.

37. *Thomson, Western Himalaya and Tibet*, p. 23: Jahresb. f. 1852 S. 42; *Journ. of horticult. soc.* 6: Jahresb. f. 1853. S. 12.

38. *Hooker* und *Thomson*, a. a. O. 1. p. 180; *Hooker, Himalayan journals*, 1. p. 102. 104: vergl. Jahresb. f. 1849. S. 40. 42.
39. *Hooker, Himalayan journals*, 2. p. 419: *Fl. indica*, 1. p. 179.
40. *Hooker, private letters (Journ. of Botany)*, 2. p. 59: Jahresb. f. 1850. S. 51).
41. *Hooker, Himalayan journals*, 2. p. 267. 280. 439. 257. — 1. p. 355. 161. 239: die winterliche Schneebedeckung in Nepal wurde zu Yangma im Niveau von 12700' beobachtet.
42. Junghuhn, Java, 1. S. 153. 156; dessen Battaländer auf Sumatra (vergl. *Miquel, Flora sumatrana*, p. 25. 32).
43. Die Grenze des ewigen Schnees am indischen Abhange des Himalaja bestimmt Schlagintweit durchschnittlich auf 15100' (Steppen- gebiet, Note 79).
44. *Sal. Müller, Reizen in den indischen Archipel*, 1. p. 18.
45. Der Semeru wurde von Junghuhn (Java 1. S. 67) barometrisch, der Kina Balu von Sir. E. Belcher (*Spenser St. John, life in the forests of the far East*, 1. p. 360) trigonometrisch gemessen.
46. Junghuhn, Java, 1. S. 342. 405. 158. 151.
47. *Hooker, Himalayan journals*, 2. p. 438. — 181: die längste Vegetationszeit unter den Rhododendren von Sikkim, die hier erwähnt werden, hat *R. argenteum* (8—9000': Blüthe im April, Fruchtreife im December), die kürzeste *R. nivale* (16—17000': Blüthe im Juli, Fruchtreife im September).
48. *Thomson* (Note 37: Jahresber. f. 1853. S. 12). Die mittlere Temperatur der Regionen ist nach Schlagintweit's Untersuchungen (Temperaturstationen in Hochasien: in Bericht. der bayerischen Akad. 1865 Taf. II) abgerundet. Die Angaben über die Höhengrenze tropischer Pflanzenformen in der gemässigten Region sind den Werken Hooker's entnommen (die engl. Fuss stets in Pariser Fuss abgerundet übertragen): Palmlianen (*Himalayan journ.* 1. p. 143); Farnbäume (das. 1. p. 110. 144); Pisang (*Fl. indic.* 1. p. 180); Laurineen (*Him. journ.* 1. p. 162); Magnoliaceen und atmosphärische Orchideen (das. 1. p. 166); Bambusen (das. 1. p. 155); Eichen (das. 1. p. 187).
49. Perrotet (*Ann. sc. nat.* 15: Jahresb. f. 1841. S. 445).
50. Korthals (Nederl. kruidk. Archief, 1.: Jahresb. f. 1846. S. 41). Die Höhengrenzen von *Pinus Merkusii* nach *Miquel, Fl. Sumatran.* p. 87.
51. *Spenser St. John*, a. a. O. 1. p. 365.
52. Junghuhn, Java: Jahresb. f. 1852. S. 47. Die Temperaturangaben sind in Junghuhn's Werke bereits seinen Regionen beigelegt.
53. Semper (Zeitschr. für Erdkunde. Neue Folge. Bd. 13. S. 81).
54. *Jacquemont, Voyage dans l'Inde*, 2. p. 130: Jahresb. f. 1844. S. 50.
55. *Grisebach*, die Gramineen Hochasiens (Nachrichten der Göttinger Gesellschaft der Wissensch. 1868. S. 69). Die Frage, ob die Luft in der alpinen Region des Himalaja den Gräsern zu trocken sei, wird

durch die Beobachtungen beseitigt, nach denen erst die tibetanischen Pässe dem in den indischen Thälern aufsteigenden Wasserdampf eine Grenze setzen. Ich habe im Texte eine andere Erklärung von der Dürftigkeit der alpinen Vegetation aus dem Bau des Gebirgs abzuleiten versucht.

56. Schlagintweit, Reisen in Indien, 1. S. 280. Die Tiefe der Thalerosionen beträgt in den Gebirgen oft »Tausende von Fussen«.

57. Thomson (*London Journ. of Bot.* 7 und *Hooker's Journ. of Bot.* 1: Jahresb. f. 1848. S. 385).

58. Hooker, *Himalayan journals*, 2. p. 281.

59. Miquel, *Flora sumatrana*, p. 38. 35.

60. Hooker und Thomson, *Flora indica*, 1. p. 90 und f. Hooker schätzt die Flora des Gebiets, welches seine *Flora indica* umfasst, auf 12—15000 Arten, seine und Thomson's Sammlungen enthalten allein gegen 8000, ebenso viel, wie die reichsten brasilianischen Herbarien, die von einzelnen Reisenden zusammengebracht wurden. In Miquel's Flora des Archipels sind gegen 9800 Phanerogamen unterschieden (nach seiner in der *Flora Ind. batav.* 3. p. 778 mitgetheilten Zählung 9118, denen noch gegen 700 aus seiner *Flora sumatr.* hinzuzufügen sind). Rechnet man von diesen nach Massgabe seiner Schätzung der den Kontinent mitumfassenden Wohngebiete, die ich aus den grössten Familien ableite, den vierten Theil ab, so wären der obigen Hooker'schen Ziffer 7350 Phanerogamen hinzuzufügen, also die Gesamtzahl auf etwa 20000 Arten anzuschlagen. Schiede man davon die nicht endemischen Bestandtheile aus (auf $\frac{1}{4}$ der Gesamtsumme geschätzt), so blieben auf 150000 g. Quadratmeilen 15000 Arten. Dieses Verhältniss (auf 10 Quadratmeilen eine endemische Art) dürfte unter dem des doppelt so grossen, tropischen Amerikas nicht erheblich zurückbleiben.

61. Miquel, *Flora sumatrana*, p. 279. Von 2642 Phanerogamen, die dem Verfasser aus Sumatra bekannt geworden, wurden in Java 1409 nach seiner Untersuchung nicht aufgefunden. Die Grösse von Sumatra beträgt 8100 g. Quadratmeilen, von Java mit Madura 2450.

62. Hooker (*Transactions of the Linnean society*, 20: Jahresb. f. 1846. S. 60).

63. Darwin, *Journal of researches*. Deutsche Ausgabe, 2. S. 248. Gegen die Annahme eines gesunkenen pacifischen Kontinents spricht namentlich auch der Umstand, dass die Lagunenriffe nur bis zu einer Tiefe von etwa 1200' aus Korallenkalk gebildet sind und dass in unmittelbarer Nähe derselben das Meer oft unergründlich tief ist.

64. S. Müller, a. a. O. 1. p. 25.: diesem Reisenden wurden auf Neu-Guinea nur 6 Marsupialien und keine andere Säugethiere bekannt. Wallace (*the Malay Archipelago* 2. p. 428) zählt, indem er Neu-Guinea und die benachbarten Inseln zusammenfasst, 17 Mammalien, worunter 14 Beutelhühere enthalten sind (ausser diesen nur 2 Fledermäuse und ein Schwein).

65. *Miquel, Flora Indiae batav.*, 3. p. 768.

66. *Hooker, icones plantarum*, Vol. 10 und *Flora of New Zealand, Introduction*, p. 36. Die Thymelaeae *Daphnobyron* trennte Meissner von der ebenfalls neuseeländischen Gattung *Kelleria*, von der sie indessen kaum verschieden ist.

VII. Sahara.

1. *Russegger, Reise in Griechenland, Unterägypten u. s. w.* 1. S. 224; 2. S. 525. 546 (*Jahresb. f. 1844*. S. 56 u. f). Südgrenze der Sahara, wo die Sommerregen Sudan's beginnen: in Senegambien 20° N. B., Air 18°, im Meridian des Tsad 16°, im Nilthal 18°.

2. *Barth, Reisen in Nord- und Central-Afrika*. Bd. 1. S. 349. 588.

3. *Grisebach, über den Einfluss des Klimas auf die natürlichen Floren* (*Linnaea*, 12. S. 173. 179).

4. *Humboldt, Ansichten der Natur*. 3. Ausg. 1. S. 6.

5. Mittelwärmen am Nordrande der Sahara.

Kairo (30° N. B.): 17°, 8 R. (*descr. de l'Égypte*).

Sahara von Algier (32½° N. B.): 17°, 7 R. Mittelwerth aus den Extremen von 16 Messungen der Brunnentemperatur innerhalb der Dünenzone bei Duveyrier, les Touareg, 1. p. 111: die Extreme waren 18°, 8 R. (23°, 5 C.) und 17°, 3 R. (21°, 6 C.)

Mittelwärmen in Sudan.

Gondokoro am Nil (5° N. B.): 22°, 7 R. (*Dovyak*).

Kuka unweit des Tsad (13° N. B.): 22°, 5 R. (*Oudney*).

6. *Russegger, a. a. O.* 2. S. 263; *Hartmann, Reise durch Nord-Ost-Afrika*. S. 183.

7. *Panet* (*Peterm. geogr. Mitth.* 1859. S. 104.)

8. *Cosson, considérations sur le Sahara algérien*, (*Bullet. de la soc. zool. d'acclimatisation*, T. 6. p. 7: die von Süden kommenden Winde (*Sirocco*, *Samum*) dauern gewöhnlich nur einen bis zwei Tage.

9. *Desor, aus Sahara und Atlas*. S. 22. *Duveyrier* spricht die Meinung aus, dass die allgemeine Bewegung der Dünen in der Sahara von Nordost nach Südwest, in der Richtung des Passats stattfindet (a. a. O. p. 9.)

10. *Dickson, account on Ghadames*, (*Journ. geogr. soc.* 1860). In Ghadames (30° N. B.) sind die herrschenden Winde östlich: zur Zeit der herbstlichen Aequinoctien treten heftige Südwestwinde auf, wobei die Luft mit feinem Staub erfüllt ist.

11. *Tristram, the great Sahara*, p. 278. Zwischen Tunis, wo der Atlas endet, und Tripoli liegt dem tiefen Thaleinschnitt, der sich wie ein grosses Stromthal von der kleinen Syrte landeinwärts bis Tuat verfolgen lässt,

kein höheres Küstenland vor, sondern nur 3—400' hohe Sanddünen; das Wadi R'hir (34° N. B.) zwischen Tuggurt und dem Salzsee Mel'hir ist 65' unter dem Spiegel des Mittelmeers eingesenkt.

12. *Duveyrier*, (Peterm. Mittheil. 1860. S. 56). Im Süden der arabischen Sahara fand *D.* während des Juli 21—26 Procent Dampfgehalt (im Verhältniss zur Saturation), im August sogar einmal nur 10 Procent bei einer Luftwärme von 31°,2 R. Der Verf. bemerkt zu diesen Messungen, dass Humboldt (Kosmos 1. S. 360) als Minimum für die ganze Erde eine Beobachtung aus Mittelasien anführt, wobei er 16 Procent im Verhältniss zur Saturation fand, während *Duveyrier* zu Ghardaja 32½° N. B. und im Niveau von 1647' den Dampfgehalt der Luft auf 10 Procent sinken sah. Hiebei ist jedoch zu berücksichtigen, dass dieser Werth nur für die Tageswärme gilt, und dass wegen der starken nächtlichen Abkühlung, die daselbst im Sommer bis zum Durchschnittwerth von 17°,6 R. sinkt (bei einer Tageswärme von 32°), diese letztere nicht weit über dem Thaupunkt steht: denn bei jenem Minimum ist der Thaupunkt am Psychrometer 15°,2 R., also nur etwas mehr als 2 Grad unter der Nachttemperatur.

13. *Russegger* (a. a. O.). Zu Assuan (24° N. B.) betrug die mittlere Januartemperatur 15° R., der mittlere Thaupunkt 12° R., was einem Dampfgehalt von 67 Procent entspricht (Mühry, klimatographische Uebersicht der Erde, S. 367).

14. *Das.* (2. S. 263). Nach *Clot Bey's* fünfjährigen Messungen fallen in Kairo im jährlichen Durchschnitt 0,0034 m. Regen.

15. *Duveyrier* (Peterm. Mitth. a. a. O.). Das Wadi von Ghardaja füllte sich im Winter 1858—59 ein einziges Mal mit Wasser. Später hat der Verfasser (*les Touareg*, p. 118) nach den Angaben der Eingebornen mitgetheilt, dass im Innern der Sahara mehrere regenlose Perioden von 9 bis 12 Jahren auf einander gefolgt seien, und dass zu In-Salah (in Tuat) sogar in 20 Jahren kein einziges Regenschauer gefallen wäre.

16. *Rohlf's* (Peterm. Mitth. 1866. S. 119). Den Atlasgipfel Ainschin (33° N. B.), der nach Aussage der Eingebornen ewigen Schnee trägt, schätzte der Reisende auf 10775' (3500 m.): der benachbarte Pass erreichte nach seiner Messung die Höhe von 7970.

17. *Cosson*, *considérations* a. a. O. p. 6; *Buvry* (Zeitschr. f. Erdkunde, 1858 u. 1860): in Biskra, am südlichen Fuss des Atlas (35° N. B.) beträgt die Regenmenge noch 7'', in Batna innerhalb des Atlas (35½°) 18''.

18. *Duveyrier* (Peterm. Mitth. S. 378). Die Höhe des Ahaggar schätzt *D.* (*les Touareg*, p. 120) auf mehr als 6000', was wahrscheinlich noch zu gering ist, wenn, wie er anführt, der Schnee daselbst (in der Breite des Wendekreises) drei Monate lang liegen bleibt.

Die Wälder des Ahaggar bestehen vielleicht aus denselben Bäumen, welche *Duveyrier* auf dem Plateau von Tassili (26° N. B.: ungefähr in der Mitte zwischen Mursuk und dem Ahaggar) beobachtet hat und unter

denen er eine Thuja und auch den Oelbaum anführt. Man kann daher nach den bisherigen Angaben vermuthen, dass in diesen südlichen Gebirgslandschaften drei Bäume des Atlas wiederkehren, nämlich *Pistacia atlantica*, *Callitris quadrivalvis* (jene Thuja) und *Olea europaea*. Tristram meinte indessen in dem Coniferenholz vom Ahaggar eine Art von *Juniperus* zu erkennen.

19. *Tristram* a. a. O. p. 236.

20. *Petermann's* Mittheilungen f. 1865. Taf. 6. Auf dieser nach Rohlfs' Reisebericht entworfenen Karte wird der Hauptstrom, der die südliche Atlaskette gegen die Sahara entwässert, durch mehrere Oasen ($32\frac{1}{2}^{\circ}$ — $31\frac{1}{2}^{\circ}$ N. B.) als wasserführender Fluss bezeichnet, dann als trockenes Flussbett ($31\frac{1}{2}^{\circ}$ — 31°), bis sein unterirdisches Wasser sich in der Oase Tafilet vor einem Höhenzuge wiederum zu einem See aufstaut.

21. *Tristram* (a. a. O. p. 98). Auf den Vorbergen des Atlas verschwindet das Wasser in tiefen Spalten des Kalkgesteins: aber bei heftigen Regengüssen tritt es an die Oberfläche, indem die unterirdischen Räume ausgefüllt sind, und fließt dann durch die sonst trockenen Wadis.

22. *Russegger* a. a. O. 2. S. 253. 271.

23. *E. Vogel* (*Peterm. Mitth.* 1855 S. 251). Auch *Duveyrier* (*les Touareg*, p. 118) beobachtete in der westlichen Sahara an 310 Tagen nur 14mal Thaubildung, Reif niemals.

24. *Schweinfurth* (*Peterm. Mitth.* f. 1868: Bericht in *Behm's Jahrbuch*, 3. S. 195).

25. Beobachtungen über die tägliche und jährliche Variation der Temperatur in der Sahara.

Algerische Sahara (*Duveyrier* in *Peterm. Mitth.* f. 1860. S. 55. 56).

Im Sommer erreichte die Tageswärme häufig 32° R., die Nachtwärme sinkt auf $17^{\circ},6$ R. Im Winter kamen zu Ghardaja oft Nachfröste vor, dann regnete es häufiger, schneite sogar, jedoch nur wenig: doch lag, was als unerhört galt, im Winter von 1857 auf 1858 einmal der Schnee zwei Tage lang.

— Nach Messungen von *Colomb* und *Marès* (bei *Cosson, considérations* a. a. O. p. 7) stieg unter 32° N. B. und im Niveau von 4230' im Winter die Tageswärme oft über 16° R., in der Nacht sank das Thermometer bis auf $-4^{\circ},6$ R.

Tuggurt (33° N. B.). Es betrug während eines Zeitraumes von 44 Monaten die höchste Temperatur $40^{\circ},8$ R., die niedrigste $+1^{\circ},6$ R. (*Duveyrier* in *Peterm. Mitth.* f. 1863. S. 379).

Ghadames. Nach *Vatonne* (*mission de Ghadames: Zeitschr. f. Erdkunde* f. 1864. S. 281) betrug während eines Zeitraums von 8 Monaten (mit Einschluss des Winters) das Maximum der Temperatur 32° R., das Minimum -4° R.

Fezzan. Zu Mursuk (26° N. B.) beobachtete *Duveyrier* (*les Touareg*,

- p. 107) als höchste Temperatur im Juli 35^o,7 R., Rohlfs (in Peterm. Mitth. f. 1866, S. 119) im December 1865 das Minimum von — 4^o,5 R.
26. Barth (a. a. O. I. S. 199).
27. *Cosson* (*Ann. sc. nat. III. 19*, p. 139).
28. Das Reifen der Datteln in Mesopotamien und Persien (bis 34^o N. B.: vergl. Th. I. S. 420. 425) beruht, wie in Valencia, auf Irrigationen.
29. Hartmann, Reise durch Nordostafrika, S. 115. Nach Schweinfurth (Peterm. Mitth. 1868. S. 127) wächst *Hyphaena Argun* nur in der Nähe des 21^o N. B.
30. *Cosson, considérations* (a. a. O. p. 9). Die *Cosson* widersprechenden Angaben E. Vogel's (Peterm. Mitth. 1855. S. 248) über den Einfluss des Salzgehalts im Wasser auf die Dattelpalmen in Fezzan möchten wohl darauf beruhen, dass selbstverständlich gesättigte Lösungen schädlich sind. Uebrigens sind die botanischen Notizen in Vogel's Reisebriefen (das. S. 247) oberflächlich und nur mit Vorsicht zu benutzen.
31. Desor (a. a. O. S. 15): *Tristram* (a. a. O. p. 287).
32. Rohlfs (a. a. O. 1865. S. 406).
33. *Tristram* (a. a. O. p. 333). Eine Gallone enthält etwa 250 Cubikzoll.
34. *Cosson* (a. a. O. p. 7). Bei einer Temperatur des Dünnensandes von mehr als 40^o R. an der Oberfläche fand sich in einer Tiefe von nur einem Decimeter ($\frac{1}{3}$ ') die Wärme von 20^o R. und das Brunnenwasser hatte, wiewohl es weniger als zwei Meter unter der Oberfläche stand, nur 15^o,2 R.
35. *Martins, le Sahara* (*Revue de deux mondes*, 1864. T. 52., p. 613): *Cosson* (a. a. O. p. 9).
36. Barth (a. a. O. I. S. 349): in Air sind die Dattelpalmen schon verkümmert, hier beginnt *Hyphaene thebaica* vorzuherrschen. Indessen hat dieser Reisende mehrere Dattelpalmenhaine noch weit südwärts in Sudan gefunden, die er einzeln anführt (Peterm. geogr. Mitth. 1856. S. 382).
37. *Cosson, voyage botanique en Algérie* (*Ann. sc. nat. IV. 4*, p. 279): *Tamarix gallica* bildet einen Wald in der Nähe der Oase von Biskra, wo die Bäume oft 25'—30' hoch sind, mit einem Stammumfang bis zu 4',6.
38. *Cosson, considérations* (a. a. O. p. 8): zu Biskra, am Fusse des Atlas, fällt die Hauptperiode der Entwicklung in die Monate April und Mai.
39. Desor a. a. O. S. 23.
40. *Reboud, Voyage dans la partie méridionale du Sahara* (in *Bullet. de la soc. botan. de France*, 1857. p. 4).
41. *De Candolle, Physiologie végétale*, p. 1032.
42. *Léveillé in Démidoff, Voyage dans la Russie méridionale* (Jahresb. f. 1840. S. 445).
43. Barth a. a. O. I. S. 280.
44. Hartmann a. a. O. S. 118.

15. *Anderson, Florula adenensis* (*Journ. proceed. Linnean soc. 5. Supplem. p. VIII*).

46. E. Vogel (Peterm. Mitth. 1855. S. 245) erwähnt auf dem Wege von Tripoli nach Mursuk nur einmal einen pflanzenlosen Wüstenstreifen. Hartmann (S. 187) fand die nubische Wüste, so weit er sie durchreiste, »selten gänzlich vegetationsleer«, Trémaux dagegen (*Égypte et Éthiopie 2de éd. p. 130*) beschreibt die Wüste von Korosko als eine Ebene ohne Pflanzenwuchs. Die hoch gelegene Plateauwüste von Hadramaut in Süd-arabien soll ebenfalls keine Spur von Vegetation besitzen (Wrede in *Journ. geogr. soc. 1844. p. 110*).

47. Desor a. a. O. S. 8.

48. *Duveyrier* (Peterm. Mitth. 1863. S. 379): auf dem Plateau von Tassili werden angeführt *Acacia, Salvadoria, Balanites*, ferner *Tamarix, Thuja* (also wahrscheinlich *Callitris quadrivalvis*), und ganz einzeln *Olea*.

49. *Duveyrier* (das. 1860. S. 57).

50. Rohlf's (a. a. O. 1865. S. 181): die Hammada wurde in west-östlicher Richtung, wo sie fast 100 Kilometer breit war, durchwandert, aber von Norden nach Süden soll sie sich über 5 Tagemärsche weit ausdehnen.

51. Das Wort Areg bezeichnet nach Rohlf's und Desor eigentlich nur die Dünenhügel der Sandwüste. *Duveyrier* gebraucht den Ausdruck Erg für den breiten Dünengürtel, der sich durch die nordwestliche Sahara fast ununterbrochen von der kleinen Syrte (34° N. B.) bis zur Küste des atlantischen Meers bei Kap Blanco (21° N. B.) verfolgen lässt. Die beiden Worte sind nicht synonym, sie entsprechen zwei arabischen Wurzeln, von denen Areg ursprünglich einen Dornstrauch, Erg Salzgehalt des Bodens bezeichnet. Für die Dünenwüste, wo die Salzlager zwar auch verbreitet, aber nicht charakteristisch sind, scheint das Wort Areg passender, sofern man annimmt, dass die bildliche Sprache des Arabers mit dem Dornstrauch den Begriff der unnahbaren Sandhügel verbinden wollte.

52. *Duveyrier, les Touareg. I. p. 111. 215*.

53. Desor (a. a. O. S. 23): charakteristisch für die Aregthäler ist der Ezelstrauch (*Calligonum comosum*), welcher neben dem Dryn-Grasse (*Aristida pungens*) die Hauptnahrung der Kameele bildet. Auch die Che-nopodeen dienen zum Kameelfutter, namentlich auf der Strasse von Tripoli nach Bornu *Cornulaca monacantha*.

54. *Tristram* a. a. O. p. 101.

55. Im Arabischen werden von den Wadis die Chors als Thäler unterschieden, in denen zu Zeiten das fließende Wasser an die Oberfläche tritt (vergl. N. 21).

56. E. Vogel (Peterm. Mitth. 1855. S. 247). Ich besitze Exemplare der Coloquinte von Biskra, vom Capo de Gata in Spanien und von den Kap-Verden; die südafrikanische Art scheint verschieden zu sein. Standorte ausserhalb der Sahara sind: Syrien bis Beirut und Aleppo, Cypern, Ostindien (Arnott), Sunda-Inseln (Miquel). E. Vogel erwähnt, dass die

Früchte dem Strauss zur Nahrung dienen: Zugvögel werden also die Samen, die in dem Fruchtfleisch überaus zahlreich sind, über das mittelländische und atlantische Meer verbreitet haben, wiewohl es immerhin merkwürdig ist, dass der Organismus gewisser Thiere gegen die Bitterkeit und die purgirenden Kräfte der Coloquinte Immunität besitzen müsste.

57. *Tristram* (a. a. O. p. 410—435); *Cosson* (*Ann. sc. nat. Bot. IV. 4.* p. 281—288). *Tristram's* Verzeichniss enthält über 700 Arten, von denen aber nur 414 der Sahara, die übrigen der Steppe im Bereich des Atlas (*hauts plateaux*) angehören. *Cosson's* durch genauere Kritik ausgezeichnete Katalog der im Süden von Biskra beobachteten, also eigentlichen Sahara-Pflanzen, von denen die in den Oasen angesiedelten ausgeschlossen sind, zählt 408 Arten, unter denen 145 als endemisch gelten können: 235 Arten finden sich auch in Europa, 25 im Orient, 2 in Sudan.

58. *Cosson, considérations* a. a. O. p. 17.

59. *Desor* a. a. O. S. 46: die beobachteten Mollusken sind *Cardium edule*, *Buccinum gibberulum* und *Balanus miser*.

60. Die Schätzung des Umfangs der Sahara zu 180000 Quadratmeilen beruht auf folgender Zusammenstellung der zu ihrem Gebiet gezogenen Bestandtheile:

Sahara im engeren Sinne	114600 g. Q.-M.	(Behm's Jahrbuch 1.S.89).
Aegypten und nubische Wüste	25800 " "	(das., nach Abzug der zu Sudan gehörigen Gebiete).
Tripolis	16200 " "	(das.).
Von Tunis zwei Drittel	1600 " "	(das.).
Von Arabien ein Drittel (nach		
Palgrave 1. p. 91)	19100 " "	(das. S. 57. 59.).
Sind geschätzt zu	2000 " "	
	<hr/>	
	179300 g. Q.-M.	

61. Reihenfolge der vorherrschenden Familien in *Cosson's* Verzeichniss der Pflanzen aus der algerischen Sahara (408 Arten): Synanthereen 17, Gramineen 11, Cruciferen 9—10, Leguminosen 9, Chenopodeen 4—5, Caryophylleen 4—5, Boragineen 3—4, Umbelliferen fast 3 Procent der Phanerogamen.

62. *De Candolle, géographie botanique* p. 1209. Die Reihenfolge der Familien ist hier aus *Bove's* Pflanzen der Sinai-Halbinsel (259 Phanerogamen) und aus *Delile's* Flora von Ägypten (845 Phanereg.) zusammengestellt. Die Reihe der ägyptischen Familien stimmt mit der algerischen in den Chenopodeen und Umbelliferen überein, mit Arabien in den Boragineen, wogegen die Labiataen und Zygophylleen in *Bove's* Sammlung an die Stelle der Chenopodeen treten.

63. *Lemprière, a tour to Marocco. 1791.* Die Westküste von Marokko hat periodische Winterregen, die im Süden weniger sicher eintreten. *Gräberg de Hemsä (Specchio geogr. di Marocco, 1834)* spricht von erfrischenden Seewinden an der Westküste (30° N. B.).

64. Rohlfs a. a. O. 1865. S. 171.

65. *Cosson et Kralik, sertulum tunetanum* (*Bullet. de la soc. bot. de France IV*). Kralik sammelte 563 Arten an der kleinen Syrte, von denen die meisten auch in der algerischen Sahara wachsen. Nur 25 Arten waren nicht algerisch, unter diesen 9 endemisch, 8 Litoralpflanzen, die auch in Ägypten vorkommen, und 8 orientalische Gewächse.

66. E. Vogel a. a. O. 1855. S. 243.

67. *Viviani, Florae libycae specimen*. Das Hochland von Barka (nach Cella gegen 2500' hoch) entspricht mit seinen Waldungen von *Juniperus phoenicea* dem Atlas und besitzt am Nordabhang eine ausgeprägte Mediterranflora. Zwischen Cyrenaica und Ägypten findet sich ein wüstes Plateau von 7—800' Höhe mit wasserlosen Wadis in der Nähe des Meers (Barth, Wanderungen durch das punische Küstenland, S. 508).

68. *Palgrave, Central and Eastern Arabia*, 1. p. 91.

69. *Wallin, journey to Nejd in Journ. geogr. soc. 1854*. p. 135. 159. 173.

70. Sykes in *Philosoph. Transact. 1848*. Schlagintweit (Reisen in Indien, 1. S. 414) behauptet, dass in Kutsch auch im grössten Theil des Sommers Nordwinde herrschen, aber dies wäre, da Sind und das Punjab unter dem Einflusse des Monsunwechsels stehen, doch nur als eine örtliche Erscheinung aufzufassen, die durch die Aspiration aus Afghanistan veranlasst werden mag.

71. *Hooker, Flora indica*. 1. p. 132.

72. Schweinfurth in *Zeitschr. f. Erdkunde*. 1865. 18. S. 322. Die Verhältnisszahlen in seinem Katalog der Flora des Soturba (22° N.B.) beweisen, dass dieser Theil der Küste zum Gebiet von Sudan gehört (Verh. der Wiener zoolog. botan. Gesellsch. 15 S. 544 u. f.)

VIII. Sudan.

1. *Plant, Zulu country* (*Hooker, Journ. of Botany*, 4. p. 257); *Ecroyd* (Peterm. Mitth. f. 1855. S. 279). In gewissen Gegenden oder in einzelnen Jahren tritt die Regenzeit an der Nataküste schon im September ein und dauert bis zum December (Krauss in *Regensb. Flora: Jahrb. f. 1844*. S. 64).

2. Uebersicht der Regenzeiten in Sudan.

Regelmässige Solstitialregenzeiten.

In nördlicher Breite. Senegal (16°): Juni bis Oktober; Sierra Leone (8°): Mai bis November; Kordofan (13°—10°): Mai bis September; Chartum (15°): Mai bis Oktober; Abessinien und Schoa (16°—5°): Mai bis September.

In südlicher Breite: Uniamwesi, Burton's vierte Region (5°): November bis Mai; Zanzibar 6°: Oktober bis December und März bis Mai; Tete 16°: November bis April.

Regenzeiten unter dem Einfluss der Küstenkonfiguration: Südküste von Guinea (5° N. B.): März bis November; Gabun (0°): September bis Mai; Usagara-Berge, Burton's zweite Region (6° S. B.): Niederschläge fast in allen Monaten, verstärkt von Januar bis März und im August; Ugoro, Burton's dritte Region (6° S. B.): Ende December bis Februar; Natal 25°—30° S. B.): Oktober bis März.

Regenzeiten unter dem Einfluss der centralen Depression: Gondokoro (5° N. B.): Februar bis Juni und August bis November; Ujiji, Burton's fünfte Region (5° S. B.): September bis Mai.

3. Niveaumessungen aus Sudan.

Centrale Meridiane.

(Mittleres Niveau der Sahara 1500': Rohlf's in Peterm. Mitth. 1866. S. 370).

Tsad-See (14° N. B.)	800'	(Vogel das. 1855. S. 259).
Gondokoro am Nil (5° N. B.)	1900'	} (Baker das. 1866. S. 120).
Albert-Nianza-See (0°)	2550'	
Tanganyika-See (5° S. B.)	1730'?	(Burton).

Zwischen dem oberen Zambesi

und dem Ngami-See (12° bis

20° S. B.) 2350' (Livingstone).

Westliche Hebungslinie.

Camerun-Vulkan (4° N. B.) 12300' (Burton).

Zwischen 8° und 12° S. B. 4700' (Livingstone).

Oestliche Hebungslinie.

Höchste Gipfel in Abessinien 13500'.

Viktoria-Nianza-See (0°) 3400' (Speke).

Kilimandscharo (3° S. B.) 18500' } (Decken).

Schneelinie desselben 16000' }

Zwischen 15° und 18° S. B.) 4700' (Livingstone).

4. *Grant, a walk across Africa*, p. 149. 254. 60. 230. 237. 58. 122. 147.

5. *Bouet-Willamez, description des côtes de l'Afrique occidentale*.

5. *Burton, Abeokuta*, 1. p. 310. 311. 64. 66. — 2. p. 115.

7. *Reude, savage Africa*, p. 86. Nach portugiesischen Nachrichten aus dem 16. Jahrhundert. (bei *Omboni, viaggi nell' Africa occidentale*, p. 262) folgen auf S. Thomé die Regenzeiten den beiden Zenithständen der Sonne (März und September): Mai bis August, sowie December bis Februar scheinen, wenigstens im Norden der Insel, trocken zu sein. Die Monate Mai bis August (oder April bis September, das. p. 274) werden im Gegensatz zur Regenzeit Monate des Windes genannt und diese von *Omboni* selbst (p. 293) als »klar und heiter« bezeichnet.

8. Nach *Sabine* liegt *Annobon* (1½° S. B.) noch im Bereich des

kalten sildatlantischen Meeresstroms, S. Thomé (0°) nur während der Monate Juni bis August, und Principe (2° N. B.) wird von demselben nicht mehr berührt (vergl. *Wilkes, United States exploring expedition*, 5. p. 479): hievon sei das gesunde Klima von Annobon bedingt, wogegen Principe ebenso ungesund sei, wie die Guinea-Küste.

9. *Valdez, six years in Western Africa*, 2. p. 24; *Omboni* (a. a. O. p. 238).

10. *Livingstone, missionary travels*. Deutsche Ausgabe, 2. S. 130. 15. 6. 112. 104. 41. — 1. S. 370. 333. 383. 309. 324. 349.

11. *Burton, the lake regions of central aequatorial Africa*, 1. p. 232. 298; 2. p. 8. 49

12. *Dovvyak*, meteorologische Beobachtungen in Gondokoro (Denkschrift der Wiener Akademie f. 1858).

13. *Baikie* (Peterm. Mittheil. 1855. S. 206).

14. *Livingstone, expedition to the Zambesi*, p. 322. 570; *Russeger* (Reise nach Griechenland: Jahresb. f. 1844. S. 58).

15. *Livingstone*, daselbst p. 533. 588. 589. 590. 48. 69. 570. 100. 19. 562.

16. *Richard's Flora abyssinica* enthält unter 1652 Phanerogamen 194 Gramineen (Jahresb. f. 1859. S. 59; über das Verhältniss der Gramineen in Westindien vergl. Grisebach, die geographische Verbreitung der Pflanzen Westindiens, S. 72).

17. *R. Brown*, vermischte Schriften, 1. S. 281. 291.

18. *Reade*, a. a. O. p. 390.

19. *Hartmann*, Reise durch Nordostafrika, S. 484. 278. 287. 481. 191. 483. 403. 402. 480. Atlas, Taf. 20. 23. 21.

20. *Stuedner* (Zeitschr. für Erdkunde, 1864. 17. S. 50. 38 35. 24).

21. *Werne*, Expedition zur Entdeckung der Quellen des weissen Nil, S. 93. 449. 381.

22. *Guillemin, Perrotet u. Richard, tentamen Florae Senegambiae*, 1. tab. 32.

23. *Peters*, Reise nach Mossambique. Botanik.

24. *Schweinfurth* (Zeitschr. für Erdkunde, 1865. 19. S. 388. 418. 333); dessen pflanzengeographische Skizze des Nilgebiets (Peterm. Mitth. 1868: Bericht in Behm's Jahrb. 3., S. 195).

25. Vergl. Mittelmeergebiet, Th. 1. S. 273.

26. *Humboldt*, Ansichten der Natur, 2. S. 29. 237.

27. *Trémaux*, *le Soudan*, p. 279. 225. 281. 112.

28. *Barth*, Reisen in Nord- und Central-Afrika, 1. S. 324. 280.

29. *E. Vogel* (Peterm. Mittheil. 1856. S. 166).

30. *Grisebach*, *Flora of the British Westindian islands*, p. 253.

31. *J. Hooker* (*Journ. Proceedings of Linnean soc.* 7. p. 218).

32. Nach Th. Vogel wächst *Coffea arabica* auch in Liberia wild (*Hooker, Niger Flora*, p. 413).

33. Heuglin (Reise nach Abessinien, S. 186) gab eine die Physiognomie des Gibarra darstellende Landschaftszeichnung.

34. Barth (Peterm. Mittheil. 1856. S. 381).

35. Welwitsch (Journ. Proceed. Linn. Soc. 3. p. 150—155).

36. Von der durch Bruce zuerst bekannt gewordenen *Musa Ensete* hat Kirk in den südlichen Gegenden noch eine zweite Art von gleichem Wuchs als *M. Livingstoniana* unterschieden, deren Selbständigkeit weiterer Prüfung bedarf.

37. Livingstone, *missionary travels*. Taf. 13. Ein strauchartiges Saftgewächs in Kordofan und Sennaar, welches Trémaux und Hartmann (a. a. O. S. 517) abbilden und dessen Aeste mit einer fleischigen Blattrosette enden (*Euphorbia venenifera*), ist nach Boissier (*DC. prodr.* 15. 2. p. 178) wahrscheinlich keine Euphorbiacee.

38. Schweinfurth, Flora des Soturba an der nubischen Küste (Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellsch. 15. S. 544—557).

39. Hartmann (a. a. O. S. 287) hielt die nubische *Leptadenia* für das ähnliche *Sarcostemma viminalis* der Kapflora.

40. Livingstone, *expedition to the Zambesi*, p. 490. 516: daselbst wird neben den Proteaceen auch *Rhododendron* erwähnt.

41. Klöden (Peterm. Mittheil. 1855. S. 170). Schimper (Wiener Sitzungsberichte. Histor. Klasse. 8. S. 227, setzt die Baumgrenze in Abessinien auf 11000', wahrscheinlich nach dem Vorkommen des Kosso, indem er vielleicht den noch höher ansteigenden Gibarra, der, nachdem er geblüht, abstirbt, nicht als eigentlichen Baum anerkennt.

42. Roth, Schilderung der Naturverhältnisse in Süd-Abyssinien.

43. Heuglin (a. a. O.: vergl. Peterm. Mitth. 1867. S. 434 und Bericht in Behn's Jahrb. 3. S. 197) führt an, dass die Regionen Abessiniens von den Bewohnern unterschieden werden. Der Region der Thäler entspricht die Kola (0—5500'), etwa der Coniferen-Terrasse, wo Wein gebaut wird, die Woina-Deka (5500'—7500'), den Eriken die Deka (7500' bis 12000').

44. Mann (Journ. Proceed. Linn. soc. 7. p. 175); Burton, *Abeokuta*, 2. p. 77. 115.

45. J. Hooker, *on the plants of the Cameroons* (Journ. Proceed. Linn. soc. a. a. O. p. 171—240). In dieser Bearbeitung der Ausbeute Mann's zähle ich 11 Bäume des gemässigten Klimas, von denen drei bis 8000', die übrigen bis 7500' beobachtet wurden. Unter diesen wachsen drei auch in Abessinien; ein *Podocarpus* ist auf S. Thomé beschränkt, wo, wie auch auf Fernando Po, die Regionen mit denen des Camerun übereinstimmen. Auf Fernando Po wurde indessen ein 30 Fuss hoher Baum (*Hypericum angustifolium*) noch bis zum Niveau von 10000' gefunden: derselbe hat eine grosse Verbreitung über den Camerun (4—8000') und Abessinien bis Bourbon. Die beiden andern auf dem Camerun bis 8000 Fuss ansteigenden Bäume sind *Leucothoe salicifolia* und *Myrsine angustifolia*, von denen die erstere ebenfalls in Fernando Po (bis 5500',

auf den Maskarenen und Madagaskar, die letztere auch in Abessinien wächst (vergl. *J. Hooker, on the vegetation of Clarence Peak, Fernando Po*, das. 6. p. 1—24).

46. Decken's Reisen in Ost-Afrika, bearb. von Kersten. Bd. 2. Karte 1.

47. Krauss (Regensb. Flora f. 1846).

48. Schnizlein (Regensb. Flora f. 1842: Jahresb. f. 1842. S. 409 u. Beiblatt 1. S. 139). Reihenfolge der vorherrschenden Familien in Kotschy's nubischer Sammlung: Leguminosen (über 15 Procent), Gramineen (12), Synanthereen (7), Euphorbiaceen (5 bis 6), Malvaceen (5), Convolvulaceen (4 bis 5), Cyperaceen (fast 4), Acanthaceen (3 bis 4 Pr. unter 400 Phanerogamen).

49. *J. Hooker u. Bentham, Flora nigrimana* (in *W. Hooker's Niger Flora: Jahresb. f. 1849. S. 47*). Dieses Werk enthält (p. 577) 1870 Phanerogamen, die vorherrschenden Familien bilden folgende Reihe: Leguminosen (14 Procent), Rubiaceen (8—9), Gramineen (8), Synanthereen (4—5), Cyperaceen (fast 4), Acanthaceen (über 3), Malvaceen (fast 3), Euphorbiaceen (fast 3), Convolvulaceen (2 bis 3), Urticeen (fast 2), Orchideen (1—2 Pr.).

50. Reihenfolge der vorherrschenden Familien in Richard's Flora von Abessinien (Note 16): Gramineen (fast 12 Procent), Leguminosen (11), Synanthereen (11), Cyperaceen (fast 5), Labiaten (3 bis 4), Scrophularineen (über 3), Acanthaceen (fast 3), Rubiaceen (über 2), Urticeen, Asklepiadeen und Orchideen (je 2 Proc.): die Kulturpflanzen sind von der Gesamtzahl (1652) ausgeschlossen.

51. Reihenfolge der vorherrschenden Familien unter den von Mann über dem Niveau von 5000' auf dem Camerun gesammelten 237 Phanerogamen (Note 45): Gramineen (13 Procent), Synanthereen (12—13), Orchideen (fast 10), Labiaten (fast 6), Cyperaceen (1—5), Scrophularineen (über 3), Leguminosen, Umbelliferen und Urticeen (von jeder fast 3 Pr.).

52. Schouw (*Linnaea*, 8. S. 639).

53. *Botta (Archives du Muséum d'hist. nat. V. 2.: Jahresb. f. 1843. S. 49)*.

54. *Wellsted, travels in Arabia*, 2. p. 449.

55. *T. Anderson, Florula Adenensis (Journ. Proceed. Linn. soc. 5. Supplem. p. 1—47)*. Reihenfolge der vorherrschenden Familien daselbst: Leguminosen (10—11), Gramineen (9—10), Capparideen (9—10), Euphorbiaceen (7—8), Synanthereen (5—6 Procent).

56. *Palgrave, Central and Eastern Arabia*. Karte.

57. *Wrede (Journ. geogr. soc. 1844. p. 110)* ist wohl der einzige Reisende, der das Randgebirge von Hadramaut (an der arabischen Südküste) überschritten und die Wüste Dahna betreten hat. Dies geschah in der Nähe von Makalla, auf einem Passe, dessen Höhe er zu 8000' schätzt, und er bemerkt dann, dass die jenseitige Hochebene, auf der keine Spur von Vegetation zu entdecken war, etwa 1000 Fuss tiefer liege.

Die Wüste Dahna scheint also an ihrem Südrand bis 7000 Fuss anzu- steigen.

58. Anderson a. a. O. p. V. VII.

59. *Forskål, Flora aegyptiaco-arabica*, p. LXXIII: Regen in Yemen vom Juni bis Ende September; Niebuhr, Reise in Arabien (*Ed. Franc.*, 2. p. 337): Regenzeit von Mitte Juni bis Mitte September. Niebuhr sagt daselbst auch, dass an der Südküste die Regenzeit von Mitte Februar bis Mitte April, in Maskate von Mitte November bis Mitte Februar dauere, aber diese Gegenden hat er nicht selbst besucht, und den entgegengesetzten Gang der Jahreszeiten der Tehama und der Gebirge hier nicht berücksichtigen können. Man weiss daher von der Regenzeit in Hadramaut noch nichts Sicheres. Wrede, der die Gebirgsthåler daselbst zu Ende Juni's besuchte, fand zu dieser Zeit die Vegetation in voller Entwicklung, an den Flüssen hohe Bäume mit reicher Belaubung, die Bergabhånge mit aromatischen Pflanzen bedeckt, aber von Niederschlägen erwähnt er nichts. Wahrscheinlich sind die Jahreszeiten åhnlich wie in Yemen. Indessen hat Wellsted hierüber (*Arabia*, 2. p. 452) eine ziemlich dunkle Stelle, die doch keinen sicheren Aufschluss giebt. Er bemerkt, dass er aus eigener Erfahrung an der Küste von Südarabien und über das Klima während des Nordostmonsun urtheilen könne, der von Oktober bis Mitte Mai dauere und regenlos sei (*weather usually hazy, a cloudless sky*), fügt dann aber hinzu, dass der Wind gegen die Küste wehe (*blowing directly on it*), was mit jener Richtung sich nicht reimen lässt, wenn man nicht vielleicht annehmen darf, dass der Reisende dabei nicht Hadramaut, sondern die Ostküste von Oman im Auge hat. Uebrigens kann dieser wolkenlose Himmel bei ihm auch nur auf die Tehama bezogen werden, da er das Gebirge nicht erreichte. Nach der Windesrichtung sind in Oman, da an dessen tropischer Küste in der That die regelmässigen indischen Monsunwinde wehen, auf den Gebirgen Winterregen zu erwarten, die der dann herrschende Nordost erzeugt, wie dies auch mit Niebuhr's Angabe übereinstimmen würde.

60. *Buist, physical geography of the red sea* (*Journ. geogr. soc.* 1844. p. 231). Der Südostmonsun steht senkrecht auf der Küste von Hadramaut. Im rothen Meere nehmen die Luftströmungen nach dessen Konfiguration und nach den Gebirgszügen, die es begrenzen, die Richtung des Thalwegs an, sind also entweder Nordwest- oder Südostwinde. Nördlich von Dschedda (21° N. B.) herrscht der Nordwest (der abgelenkte Passat der Sahara) fast beständig, im südlichen Antheil dauert der Südost (nach Buist der abgelenkte Nordostmonsun des indischen Meers) 8 Monate, dann folgt von Juni bis September der Nordwestwind, der die Regenzeit von Yemen begleitet.

61. *Wellsted, travels to the city of the Caliphs*, 2. p. 281. 283. 286.

62. Nach Schnizlein's Vergleichen (Note 48). Die von ihm mitgetheilte Aufzählung indischer Arten in Nubien zeigt, dass die meisten Unkråuter sind, welche die Kulturgewächse begleiten. Ueber die we-

nigen indischen Holzgewächse in Sudan vergl. Jahresbericht für 1847. S. 44 und 1850. S. 59.

63. Jahresb. f. 1849. S. 47.

64. Grisebach, die geographische Verbreitung der Pflanzen Westindiens. S. 9—11.

65. Bentham bemerkt über die dem tropischen Amerika und Sudan gemeinsamen Pflanzen, dass sie vorzüglich in der Nähe des Meers aufzutreten scheinen und wenigstens niemals die ersten Höhen überschreiten (*Hooker, Niger Flora* p. XIII). In meiner Abhandlung über die geographische Verbreitung der Pflanzen Westindiens habe ich eine Liste transoceanischer Tropenpflanzen mitgetheilt (S. 13), welche 31 Arten enthält, die am Seestrande, und ungefähr ebenso viele, die im Wasser oder in Sümpfen wachsen.

66. Jahresb. f. 1850. S. 60.

67. Holzgewächse des Kap, die in Abessinien wiederkehren, sind: 3 Arten von *Rhus*, *Acacia mellifera*, *Anthospermum cordifolium*, *Myrsine africana*, *Olea laurifolia*, *Halleria lucida*, *Hebenstreitia dentata*; am Camerun *Ilex capensis*.

68. Beispiele von Verbindungen der Gebirgspflanzen von Sudan mit Madagaskar und den Maskarenen: *Rubus apetalus* (Fernando Po, Abessinien, Madagaskar, Bourbon), *Leucothoe salicifolia* (ebenso, aber in Abessinien nicht beobachtet); *Senecio Bojeri* und *Sebacia brachyphylla* (Fernando Po, Camerun, Madagaskar).

IX. Kalahari.

1. Der unbedeutende Ackerbau, der in einigen Gegenden, z. B. von den Hottentotten in Klaarwater betrieben wird, beruht nur auf künstlicher Bewässerung mit Brunnenwasser. Dass hier gerade in der trockenen Jahreszeit, im Frühling gesät und im Sommer geerntet wird, ist nothwendig, weil die Cerealien zu ihrer Entwicklung der steigenden Wärme bedürfen, und darf nicht etwa auf die nur als seltenste Ausnahme im Winter vorkommenden Niederschläge bezogen werden.

2. Petermann (geographische Mittheilungen f. 1858. Taf. 7) hat die Südgrenze der afrikanischen Palmen und damit die Naturgrenze des Kalahari-Gebiets gegen Sudan, soweit die Quellen reichen, angegeben: Kap Negro in Süd-Benguela (16° S. B.), Grenze der Ovampos und Damaras (19°), Ngami (20°), Ostküste von Natal und Kaffriern (32°). Später (das. 1859. Taf. 11) wurden Palmen in Damara schon unter 20° S. B. angetroffen.

3. Anderson, *lake Ngami*, II. edit. p. 114. 197. 220. Nur ein kleiner Theil von Gross-Namaqua und Damara ist bewohnbar, wegen des

Wassermangels oder der dichten Bekleidung des Bodens mit Dorngestrüpp das Uebrige nicht. Hier schweifen nur Nomaden mit grossen Heerden von Ochsen und Schafen umher, wogegen der Uebergang der Dornesträucher in die fruchtbaren Kornfelder der Ovampos (19° S. B.) ein plötzlicher ist.

4. Burchell (*travels in the Interior of Southern Africa*, 1822—1824. 1. p. 197. 370), der den südlichsten Theil der Kalahari erreichte, machte bereits die Erfahrung, dass auf dem südafrikanischeu Tafellande keine andern Niederschläge vorkommen, als Sommergewitter, die er nordwärts vom Gariep als »sehr unregelmässig und unsicher« bezeichnet. Auch Wilson (*Journ. geogr. soc.* 1865. 35. p. 111) führt an, dass die Vegetation der Kalahari und des Namaqua-Landes nur durch Gewittergüsse befeuchtet werde: es sei ein Gewitter in diesen Gegenden »eine furchtbar grossartige Erscheinung«, die oft nur eine Stunde dauere.

5. *Livingstone, expedition to the Zambesi*, p. 530. Nicht bloss hier, sondern auch von Baines (*explorations in South West Africa* 1864. p. 61) wird angeführt, dass südöstliche Winde vorherrschen. Behm (Peterm. Mitth. a. a. O. S. 199) bemerkt, dass diese Angaben mit denen Moffat's (*Southern Africa*, p. 87) in Widerspruch stehen, der südwärts von Kolobeng (25°—28° S. B.) den Ostwind als selten, West- und Nordwest-Winde als vorwaltend bezeichnet. Auch im Damaralande kommen zu gewissen Zeiten Westwinde vor (*Anderson a. a. O.* p. 220), und ausserdem wird ein dem Sirocco entsprechender, versengender Nordwind in der Kalahari erwähnt. Aber wenn auch hiernach die Windverhältnisse noch nicht klar und vollständig zu beurtheilen sind, so muss doch jede Aspiration, die in der Wüste selbst ihren Ursprung hat, wegen der Dürre ihres Bodens trocken sein.

6. Forssmann (Peterm. Mitth. 1867. S. 20). In der Transvaal'schen Republik liegt der in Zeyher's Sammlungen häufig erwähnte Höhenzug Magaliesberg, S. 20), wo dieser Reisende im Niveau von 6—7000' (unter 25° S. B.) tropische Wälder von Leguminosen und Combretaceen mit offenen Grassavannen wechseln sah: Katalog von Zeyher's Sammlung in der *Linnæa* (19. S. 583—680: Jahresb. f. 1846. S. 49).

7. *Andersson a. a. O.* p. 118. 220; *Galton, tropical South Africa*. p. 299; *Baines a. a. O.* p. 176. 198.

8. *Moffat, Southern Africa*, p. 86; *Wilson a. a. O.* p. 116. 118.

9. *Anderson, lake Ngami*, p. 301, 323; *the Okavango river*, 1865. p. 323.

10. *Anderson, the Okavango river*, das.

11. *Anderson, lake Ngami*, p. 93.

12. Das Tafelland der Kalahari senkt sich von den Randgebirgen und von Süden aus unmerklich gegen den Ngami-See. Den westlichen Theil von Damara (22° S. B.) fand Galton etwa 5600'; zwei Missionen im Süden des Zwakop liegen 4990' und 3620' hoch; Kolobeng (25°) ist zu 4220', der Ngami-See zu 3485', der See Kumudau im Osten des Ngami nur zu 2530' bestimmt worden; die Kulminationspunkte der östlichen

Küstenterrasse sind der Cathkin in den Drakenbergen zu 9700'; in der westlichen der Omatako im Damaralande zu 8250' angegeben (vergl. Petermann's Karte von Süd-Afrika in geogr. Mitth. 1854. Taf. 7 und die Zusammenstellung aller bekannten Niveaumessungen das. 1867. S. 107).

13. Die wenigen Angaben über das excessive Klima der Kalahari sind von Behm zusammengestellt (Peterm. geogr. Mitth. 1858. S. 197 und f.), aber reichhaltiger, wenn auch gleichfalls unvollständig, sind die älteren Beobachtungen Burchell's (a. a. O. 1. p. 368. 375; 2. p. 235. 259. 527) über Klaarwater (29° S. B.) und Litakun (27°), auf welche ich mich im Texte beschränkt habe. Der einmal im Winter beobachtete Schneefall ist gleich den zuweilen eintretenden Frühlingsregen eine Ausnahme von dem gewöhnlichen Verlauf der Niederschläge.

14. *Andersson, Okavango river*, p. 322.

15. *J. Hooker, on Welwitschia* (*Linnean Transactions*. Vol. 24. 1863): vergl. meine Recension in den Göttinger gel. Anzeigen f. 1864. S. 127—147, wo die aus L. Magyar's Reise geschöpfte Vermuthung über einen Standort der Pflanze in Sudan aufzugeben ist.

17. *Galton, tropical South Africa*, p. VII, wo in einem Holzschnitt die verschiedenen Dornenbildungen von den vier *Acacia*-Arten dargestellt sind, die »mit Ausschluss fast aller anderen Holzgewächse die Vegetation von Damara-Land bilden«.

18. *Burchell, travels in the Interior of South Africa*, 1. p. 309.

19. Der holländische Name Wart-een-beetje (englisch *Stop a bit*), der im Texte verdeutschet ist, erklärt sich selbst, wird aber von Baines (a. a. O. p. 147) für eine andere Art gebraucht, welche gekrümmte Stipulardornen und zugleich gerade, einzelne Dornen trägt. Die im Text beschriebene *Acacie* mit zweifachen Dornen nennt B. Haak-en-Steek; es ist vielleicht *A. heteracantha* Burchell's.

20. *Burchell* a. a. O. 2. p. 11.

21. *Harvey und Sonder, Flora capensis*, 2. p. 280.

22. *Galton* a. a. O. p. 99.

23. *Livingstone, missionary travels*. Deutsche Ausgabe, 1. S. 28.

24. Die Olivenform wird in der Kalahari durch die von Burchell häufig erwähnte *Olea verrucosa* Lk. vertreten, die dieser Reisende *Olea similis* nennt. Sie gleicht im Wuchs und in der Blattbildung dem europäischen Olivenbaum, der ebenso von auswärts in die Oasen der Sahara eindringt. Welche Kalahari-Bäume der Lorbeerform angehören, bedarf noch der botanischen Special-Untersuchung.

25. *Baines* a. a. O. p. 482. Welche *Bauhinia* die Wälder in den Gegenden des Ngami bilde, ist noch unbekannt. Die einzige in Harvey's *Flora capensis* erwähnte Art, die nach dem Standorte darauf bezogen werden könnte, ist *B. gariensis*, aber diese wird als Strauch mit fast ungetheilten Blättern beschrieben.

26. *Andersson, Okavango river*, p. 20.

27. *Livingstone* a. a. O. 1. S. 62. 73. 140.

28. *Citrullus caffer* Schrad. wird (von Sonder (*Fl. capens.* 2. p. 494) mit der Wassermelone Südeuropas (*C. vulgaris* Schr.) als Art verbunden, aber die geographische Verbreitung der letzteren ist dieser Ansicht nicht günstig. So viel steht fest, dass die südafrikanische Wassermelone sowohl mit süßem als mit bitterem Saft vorkommt und im letzteren Falle gleich der ebenfalls nahe verwandten Coloquinte (*C. Colocynthis*), welche sie in der Sahara vertritt, ungenießbar ist. Beide Formen sollen in der Kalahari ungeachtet ihrer chemischen Verschiedenheit ebenso ununterscheidbar sein, wie die süßen und bitteren Mandelbäume.

29. *Burchell* (a. a. O. 1. p. 465) hält anscheinend eine der von ihm erwähnten Asklepiadeen mit essbaren Knollen für *Sarcostemma viminalis*; ich finde indessen nicht, dass bei dieser Art ein solches Organ bekannt sei. Vielleicht ist Burchell's Asklepiadee dieselbe, welche Livingstone (a. a. O. 1. S. 62) unter dem Namen Leroschna beschreibt, die 1—1½' tief im Boden einen Knollen von der Größe eines Kinderkopfs besitzt, deren kühlen, erfrischenden Saft er als ein Labsal in der Wüste bezeichnet. Eine andere Art, die Livingstone Mokuri nennt, hat einen noch größeren Nahrungsspeicher. Essbare Knollen liefern nach Burchell (2. p. 589) auch einige Irideen und besonders seine *Bauhinia esculenta*, eine Schlingpflanze, deren Wurzel anderthalb Fuss lang ist, bei einem Durchmesser von 6 Zoll: diese Art ist mit derjenigen, welche später Bentham *B. Burkeana* genannt hat, zu vergleichen.

30. Essbare Früchte spenden auch in der trockenen Jahreszeit eine Cucurbitacee (*Livingstone* a. a. O.), so wie von Sträuchern (*Burchell*, 2. p. 388) die Ebenacee Guarri (*Euclea myrtina*) und die Tiliacee Morikwo (*Grewia flava*).

31. *Livingstone* a. a. O. 1. S. 121.

32. *Andersson*, *lake Nyami*, p. 81; *Baines* a. a. O. p. 28.

33. *Burchell* a. a. O. 1. p. 343.

34. Das. 2. p. 3. Die Zwiebelgewächse (Liliaceen, namentlich Amaryllideen) sind in den südöstlichen Gegenden sehr allgemein verbreitet und blühen im Januar und Februar. *Amaryllis lucida* entwickelte sich so rasch, dass in zehn Tagen die Entfaltung der Knospe bis zur Samenreife nicht bloss vollendet, sondern auch die Blütenstiele bereits verschwunden waren.

35. Von allen Sträuchern, die gruppenweise in den Savanen und Steppen von Litakun vorkommen, erwähnt Burchell den Mohaaka (*Tarchonanthus litakunensis* DC., nach Harvey Abart des *T. camphoratus* des Kaplandes) am häufigsten. Diese 10—12' hohe Synantheree behält die Haarbekleidung nur an der Unterseite der Blätter und ist reich an ätherischem Oel. Livingstone (a. a. O. 1. S. 141), der den *Tarchonanthus* Mohatla nennt, bemerkt, dass er, auch im frischen Zustande angezündet, wegen seines wohlriechenden Harzes eine helle Flamme gebe.

36. Vergl. die Landschaftszeichnung bei Burchell, 2. p. 340.

37. *Andersson*, *Okuvango river*, p. 16. 66. 67.

38. *Galton* a. a. O. p. 281. 136.
 39. *Hahn* (Peterm. Mitth. 1859. S. 297).
 40. *Baines* a. a. O. p. 110.
 41. *Andersson, lake Ngami*, p. 323. Die Grösse von Gross-Namaqua schätzt der Verf. etwa auf 5000 q. Quadratmeilen, die Bevölkerung auf kaum 30000 Seelen (Vergl. Behm's geogr. Jahrb. 1. S. 101).
 42. *Burchell* a. a. O. 1. p. 516. 537. 324; 2. p. 233. 260. 340.
 43. *Petermann's Mitth.* f. 1859. S. 298.
 44. *Harvey und Sonder* a. a. O. *Preface*, p. 7.
 45. Berichte der rheinischen Missionsgesellschaft für 1851, nr. 24 (nach Behm in Peterm. Mitth. f. 1858. S. 199). In Klein-Namaqua dauert die Regenzeit von April bis Juni und wird von westlichen Seewinden begleitet, wogegen daselbst im Sommer keine Niederschläge stattfinden.
 46. *Burchell* a. a. O. 1. p. 197. Die Winterregen des Kaplandes reichen nur bis zu einer gewissen Entfernung von der Küste, jenseits dieser Grenzlinie kommen nur noch Sommergewitter vor.
 47. *Das.* 1. p. 317. 284. 314. 208; 2. p. 589.
 48. *Zeyher* a. a. O. (Jahresb. f. 1846. S. 48).

X. Kapflora.

1. *E. Meyer*, zwei pflanzengeographische Dokumente, S. 34. 44. 144. 14 (Regensburger Flora f. 1843. Bd. 2. Beilage: Jahresber. f. 1843. S. 55). Am Dutoitskloof (S. 78) wurden von Drège in den Monaten Oktober bis Januar

gegen 230 Gefässpflanzen zwischen 1000' und 2000',

„ 270 „ „ 2000' „ 3000',

„ 210 „ „ 3000' „ 4000'

und noch 9 Arten am Gipfel zwischen 4000' und 5000' nach einander eingesammelt.

3. *Muclear* (Peterm. Mitth., 4. S. 196. 199): nach 14jährigen meteorologischen Messungen.

4. *Fritsch*, das Klima von Süd-Afrika (Zeitschr. f. Erdkunde, 1868, Bd. 3. S. 143. 147. 138. 141. 145).

5. *Lichtenstein*, Reisen im südlichen Afrika. 2. S. 69. 315. 181. 110. 258. 199. 8. 217. 364. 191; 1. S. 197. 200. 178.

6. *Bunbury, journal of a residence at the Cape of good hope*, p. 76. 206. 185. 218. 212. 114. 93. 118. 125. 139. 132.

7. *Fritsch*, drei Jahre in Südafrika, S. 63. 194 (vergl. Bericht in Behm's Jahrb. 3. S. 200).

8. *Bunbury* im *Journ. of Botany*, 1812, p. 540 (Jahresb. f. 1842, S. 411. 414).

9. **E. Meyer** (Note 1) stellte die Holzgewächse zusammen, die über 20 Fuss hoch werden und von denen einige zuweilen eine Höhe von 50 Fuss erreichen, aber sein Verzeichniß ist unvollständig. Ich zähle etwa 21 Gattungen aus 14 Familien: darunter 5 Coniferen (Gelbholz: *Podocarpus* und Cypresse: *Widdringtonia*); mit Ausnahme der Oleineen (Eisenholz: *Olea*) und der Araliaceengattung (Noje- oder Samareelbaum: *Cussonia*), enthalten die übrigen nur einzelne Arten: die bekanntesten gehören zu den Laurineen (Stinkbaum: *Oreodaphne*), Saxifrageen (Elsbaum: *Cunonia* und *Weinmannia*), Corneen (Assagaybaum: *Curtisia*), Proteaceen (Silberbaum: *Leucadendron*, Wagenbaum: *Protea grandiflora*, Kaffer-Kastanie: *Brabejum*), Rutaceen (Kastanie: *Calodendron*), Meliaceen (Essenholz: *Ekebergia*), Sapindaceen (Niesholz: *Ptaeroxylum*), Celastrineen (Safranholz: *Elaeodendron*), Leguminosen (*Virgilia*).

10. Einige Hauptformen von Succulenten sind von *Bunbury* bildlich dargestellt (*Journal*, p. 120. 172), neben den Cactusformen der vom Boden aus rasenförmig verzweigten Euphorbien die einfachen Holzstämme von *Aloe arborescens* und die beiden merkwürdigen Succulenten von baumartigem Wuchs: *Euphorbia grandidens* und *Portulacaria afra* (Speckbaum).

11. **Roepert** in *De Candolle's Physiologie végétale*, deutsche Ausgabe, 2. S. 247.

12. Bei *Harvey* (*the genera of South African plants*, p. XI) finde ich folgende Schätzung der monokotyledonischen Familien, bei denen die Bildung von Zwiebeln und Knollen gewöhnlich ist: 590 Liliaceen (mit Einschluss der Amaryllideen), 300 Irideen, 150 Orchideen, 10 Himnodoraceen. Hievon sind viele Liliaceen, die nicht zur Form der Zwiebelgewächse gehören, und namentlich die so zahlreichen, succulenten Aloineen in Abzug zu bringen.

13. **Nees v. Esenbeck's** Monographie der Kap-Gramineen (*Florae Africae australioris illustrationes*, I) zählt zwar 359 Arten, aber ihre Anzahl ist übermässig vervielfältigt. In *Drège's* Sammlung betragen die Gramineen nach **E. Meyer's** Schätzung (a. a. O.) nur 4 bis 5 Procent der Gefäßpflanzen.

14. **Zeyher** (*London. Journal of Botany*, 1846: Jahresber. f. 1846. S. 46).

15. **Pfitzer** (*Pringsheim's Jahrbücher für wissensch. Botanik*, 7. S. 577. Taf. 37).

16. **Burchell**, *travels in the Interior of Southern Africa*, 1. p. 208. 314.

17. **Krauss** (*Regensb. Flora: Jahresb. f. 1844. S. 63*).

18. Die Vertreter tropischer Familien an der Algoabai gehören namentlich zu den Acanthaceen, Apocynen, Bignoniaceen, Rubiaceen und Capparideen.

19. Der Uferwald am Gariep besteht aus *Acacia capensis* (Dornbaum), *Salix capensis*, *Rhus viminalis* (Karrerebaum), *Zizyphus mucronatus* (Blüffel-

doru. der letztere verliert periodisch seine Belaubung (*Burchell* a. a. O. 1. p. 317).

20. Die Behauptung, dass ein Gewächs nur an einem einzigen Standorte vorkomme, ist nur mit Vorsicht zu wagen. So hat sich die Angabe Bunbury's (*Journal*, p. 77), dass die schönste Kap-Orchidee (*Disa grandiflora*) einem kleinen Sumpfe am östlichen Ende des Tafelberg-Gipfels eigenthümlich sei, nicht bestätigt: Drège sammelte sie auch am Winterhocksberge und am Dutoitskloof (E. Meyer a. a. O. S. 77. 82). Allein zuverlässiger sind solche Beobachtungen an Holzgewächsen, die so leicht wieder zu erkennen sind, wie die von Lichtenstein erwähnten Proteaceen.

21. Meine Schätzung der bis jetzt aus der Kapflora bekannt gewordenen Gefäßpflanzen beruht auf der Anzahl der in Harvey's und Sonder's Flora (*Flora capensis*, Vol. III) aufgeführten Synanthereen (nach Abzug der Arten aus Natal und den Gegenden jenseits des Gariep gegen 1250 Arten). Nun machen diese nach E. Meyer's Berechnung der Drège'schen Sammlung (a. a. O. S. 17) etwa 17 Procent der Gesamtzahl aus, aus welchem Verhältniss, dasselbe als einem Durchschnittswerth entsprechend angenommen, sich die Zahl 8000 ergibt. In Harvey's eigener Schätzung der Familien (Note 12) war die Zahl der Synanthereen zu gering angenommen (zu 1000), in Thunberg's *Flora capensis* ist ihre Verhältnisszahl noch grösser, als bei E. Meyer (19—20 Procent: vergl. *Grisebach, genera et species Gentianearum*, p. 63).

22. Behm (geogr. Jahrb. 1. S. 99: 5920 g. Quadratmeilen).

23. Zu den grössten Gattungen der Kapflora gehören: *Erica* (400), *Mesembryanthemum* (290), *Pelargonium* (160), *Senecio* (160), *Aspalathus* (148), *Helichrysum* (114), *Oralis* (105), *Agathosma* (100), *Crassula* (94), *Indigofera* (88 Arten): 10 Gattungen aus 8 verschiedenen Familien. Die Artenzahl ist meist dem Werke von Harvey und Sonder entnommen (mit Ausschluss der wenigen ausserhalb des Gebiets gefundenen Arten).

24. Wagner, die Lehre Darwin's und das Migrationsgesetz (Bericht in Behm's Jahrb., 3. S. 175).

25. Die wichtigsten Beispiele von vikariirenden Arten der Kapflora im Mittelmeergebiet wurden im ersten Bande (S. 372) erwähnt, namentlich *Othonna*, *Apteranthes*, *Pelargonium*; auch die orientalischen Arten von *Helichrysum* können dahin gezählt werden.

26. Von Myrtaceen ist nur *Metrosideros angustifolia* in der Kapkolonie allgemein verbreitet: ausserdem bewohnen 3 Arten von *Eugenia* die östlichen Provinzen. Von Goodeniaceen ist nur *Scuereola Thunbergii* daselbst einheimisch.

27. Proteaceen zähle ich in Meissner's Monographie (*DC. Prodr.*) 245 vom Kap, gegen 680 aus Australien und nur 85 aus andern Ländern. Die Orchideen des Kap schätzte Harvey auf 150 Arten.

28. Bunbury, der auch Buenos Ayres besucht hat, findet nur in einigen Zwiebelgewächsen (Amaryllideen und Irideen) eine Aehnlichkeit mit der Kapflora (*Journ.* p. 220).

29. Da in der Sammlung Drège's, nach welcher E. Meyer die Reihenfolge der vorherrschenden Familien berechnete (Note 21), die Succulenten und Eriken vernachlässigt, die Gräser mit Vorliebe berücksichtigt und auch Pflanzen aus Natal enthalten sind, so habe ich eine neue Untersuchung angestellt, deren Ergebniss mit dem früher aus Thunberg's Kapflora geschöpften (a. a. O.) in Bezug auf die meisten Familien übereinstimmt. Ich legte dabei Harvey's Schätzungen (Note 12) zu Grunde und zog, da ich einige Familien zu hoch, die Synanthereen, Proteaceen und Gramineen zu niedrig geschätzt fand, zugleich dessen und Sonder's Flora, sowie andere Quellen zu Rathe. So erhielt ich folgende Reihe der vorherrschenden Familien: Synanthereen, Leguminosen, Liliaceen, Ericen, Irideen, Ficoiden, Geraniaceen, Proteaceen, Crassulaceen, Gramineen, Scrophularineen, Asklepiadeen, Rutaceen.

30. Beispiele endemischer Gattungen von grösserem Umfang (die Ziffern beziehen sich grösstentheils auf die Artenzahl bei Harvey und Sonder): Cruciferen: *Heliophila* (61); Polygaleen: *Muraltia* (51); Byttneriaceen: *Mahernia* (33); Rutaceen: *Agathosma* (100); Rhamneen: *Phyllia* (58); Leguminosen: *Aspalathus* (148); Rosaceen: *Cliffortia* (39); Synanthereen: *Pteronia* (51), *Sphenogyne* (44), *Athanasia* (40), *Osteospermum* (38), *Arctotis* (30), *Stobaea* (43); Asklepiadeen (bei Decaisne 89); Selagineen (bei Choisy): *Selago* (71); Proteaceen (bei Meissner): *Leucodendron* (49), *Protea* (61), *Serruria* (52 Arten).

31. Von den Selagineen sind einige Arten bis Natal, eine (*Hebestreitia dentata*) bis Abessinien verbreitet.

32. Troschel (Wiegmann's Archiv f. Naturgeschichte: Jahresber. f. 1842. S. 415).

XI. Australien.

1. F. Müller, notes on the vegetation of Australia (Ber. in Behm's Jahrb. 2: S. 210—214).

2. Als Regenmonate im tropischen Australien werden gewöhnlich November bis Januar angegeben. Am Glenelg (16° S. B.) dauerte die nasse Jahreszeit von December bis Februar (Martin, explorations in North Western Australia: Journ. geogr. soc. 1865, p. 269): die heissesten und trockensten Monate waren Juli bis November.

3. Berghaus, physikalischer Atlas, 1. Nr. 12.

4. Neumayer, die Kolonie Victoria. Deutsche Ausg., Melbourne, 1861. Die meteorologischen Messungen (S. 133—163) beziehen sich auf die Jahre 1840—1860. Die wichtigsten Werthe für die im Texte gegebene Darstellung sind:

Mittlere Temperatur : 11°, 5 R.

Mittlerer Thaupunkt : 6°, 8 R.

Differenz : 4°, 7 R.

Regenfall : 26", 7.

Am 31. Januar 1861 fielen während 11 Stunden nicht weniger als 2", 37 Regen (S. 154).

5. *R. Brown*, *Proteaceae novae* (verm. Schriften, 5. S. 110. 114).

6. *Drummond* (*Journ. of Bot.*: Jahresb. f. 1840. S. 468 und 1841. S. 461).

7. *R. Brown*, *Vegetation in Swan River* (vermischte Schriften, 5. S. 306. 311).

8. *Mitchell*, *journal of an expedition into the Interior of tropical Australia* (Jahresb. f. 1848. S. 413).

9. *J. Hooker*, *Flora of Tasmania. Introductory essay*, p. 31. 40. 51. 54.

10. *R. Brown*, *Appendix to Sturt's expedition into central Australia* (Jahresb. f. 1849. S. 61).

11. *Behr*, *Vegetationsverhältnisse der Kolonie Adelaide* (*Linnaea*, 20. S. 545—672; Jahresb. 1847. S. 56).

12. *Lhotsky* (*Journ. of Botany*: Jahresb. f. 1843. S. 74).

13. *F. Müller* (*Journ. Linn. soc.* 2. p. 146).

14. *R. Brown*, *Bemerkungen über die Flora Australiens* (verm. Schriften, 1. S. 122).

15. *Leichhardt* (*London. Journ. of Botany.* 6: Jahresb. f. 1847. S. 54).

16. Zu den vorzüglichsten Nutzhölzern Australiens gehören der im Südwesten als Mahagoni bezeichnete Eukalyptus (*E. marginata*), welcher gleich dem Teak den Angriffen der Bohrwürmer und Termiten widersteht, und die rothe Ceder von Queensland (*Cedrela australis*), von welcher das Ceder-Land seinen Namen hat; eine sonderbare Nomenklatur, da diese Ceder das Laub einer Esche trägt (vergl. *F. Müller*, *Notes on Australia* a. a. O.).

17. *Darwin*, *journal of researches*. Deutsche Ausgabe, 2. S. 228.

18. Eine wirkliche Messung von *Eucalyptus amygdalina* ergab, wenn das englische Fussmass in das Pariser verwandelt wird, nach *F. Müller* (a. a. O.) 394', die den höchsten Individuen im Quellgebiet des Yarra und Latrobe zugeschriebene Höhe von 470' ist der der grössten in Kalifornien gemessenen Wellingtonien gleich, aber beruht wahrscheinlich nur auf einer Schätzung. Der grösste Baum in Westaustralien ist der Kaori, ebenfalls ein Eukalyptus (*E. colossea*), von dem ein im Thale des Warren gemessenes Individuum 375' hoch sein soll.

19. *Leichhardt's* Tagebuch. Deutsche Ausgabe. S. 38.

20. *Stuart* (Peterm. Mittheil. 1861. S. 191).

21. *Gregory* (Peterm. Mittheil. 1857, S. 155).

22. Forrest (Karte seiner Reise in Westaustralien. Peterm. Mittheil. 1869. T. 23).

23. Stuart (Peterm. Mittheil. 1864. S. 96).

24. Reihenfolge der vorherrschenden Familien (nach Hooker a. a. O. p. 35): Leguminosen, Myrtaceen, Proteaceen, Synanthereep, Gramineen, Cyperaceen, Epacrideen, Goodeniaceen, Orchideen. Diese 9 Familien enthalten nach Hooker die Hälfte der australischen Phanerogamen.

25. Umfang der botanischen Hauptgebiete Australiens.

Südwesten: 1000 q. Q.-M. Die Ausbeute des Südwestens stammt aus einer Küstenlandschaft von etwa 50 g. Meilen Länge und 20 g. Meilen Breite;

Südosten: 19900 q. Q. M. Das Areal von Neusüdwaies beträgt in abgerundeten Zahlen 14500, von Victoria 4200, von Tasmanien 1200 (nach Behm's geogr. Jahrb. 1. S. 72).

Auf das übrige Australien kommen (nach derselben Quelle) 118500 q. Q. M., nämlich auf Queensland 31400, Northern Territory 24600, Westaustralien (nach Abzug obiger 1000) 44900, Südaustralien 17900.

26. F. Müller (Peterm. Mittheil. 1863. S. 307).

27. Hochstetter (Peterm. Mittheil. 1859. S. 207).

28. Selwyn (Peterm. Mittheil. 1865. S. 440); Hargraves (das 1864. S. 79).

29. Murchison, *address to the geographical soc.*, 1864.

XII. Waldgebiet des westlichen Kontinents.

1. Zu Nain in Labrador (57° N. B.; Winter -14° , Sommer 7°). Dove, klimatolog. Beiträge, 1. S. 47) ist der Sommer noch etwas kälter als in Ochotsk; S. Johns in Newfoundland ($47\frac{1}{2}^{\circ}$ N. B.; Winter -4° , Sommer 10° ; das.) hat das Klima von Kamtschatka (vergl. östl. Waldgebiet, Note 43. 44).

2. *Blodget, climatology of the United States*, p. 118.

3. Kiepert, Isothermen-Karte (in Dove's klimatol. Beiträgen, 1).

4. Humboldt, *lignes isothermes (Mémoires d'Arcueil*, 3. p. 522).

5. Uebersicht angenähert gleichwerthiger Sommer- und Wintertemperaturen in der westlichen und östlichen Hemisphäre (die nordamerikanischen nach Dove's klimatolog. Beiträgen, 1., die europäisch-asiatischen nach dessen Temperaturtafeln, beide abgerundet).

Winter. Sommer. Jahr.			Winter. Sommer. Jahr.		
Fort Confidence (67° N. B.)	- 24°	7° - 9°	Ustjansk (71° N. B.)	- 30°	8° - 12°
Quebek (17° ..)	- 8½°	16½° + 4°	Kasan (56° ..)	- 11°	13½° + 1½°
Boston (12° ..)	- 2°	16½° + 7°	Ofen (17° ..)	- 2°	15° + 7½°
New York (41° ..)	0°	17° + 8°	Wien (48° ..)	0°	17° + 8°
Richmond (37° ..)	+ 2°	19° + 11°	Bologna (44½° ..)	+ 3°	20° + 11°
Charleston (33° ..)	+ 8½°	21° + 15°	Catania (37½° ..)	+ 9°	23° + 16°
New Orleans (30° ..)	+ 11°	22° + 17°	Beirut (34° ..)	+ 11°	21° + 17°
Sitcha (57° ..)	+ 1°	11° + 5°	Bergen (60° ..)	+ 2°	12° + 6½°
Fort Vancouver (46° ..)	+ 3°	15° + 9°	London (51½° ..)	+ 3°	11° + 8°.

6. *Richardson, Arctic searching expedition*, 1. p. 165. 70. — 2. p. 273: Jahresb. f. 1851, S. 49).

7. *Seemann (Journ. of Bot.* 2. p. 181: Jahresb. f. 1850, S. 61).

8. *E. Meyer, plantae labradoricae*, p. 30.

9. Die niedrigsten Wintertemperaturen in Hudsonien und Alaska betragen — 25° (in Fort Entrepise unter 64° im Norden von Slave Lake, und am Yukon in der Nähe der Behringsstrasse unter 66°: Dove a. a. O.), die höchsten sind in Labrador (Note 1.). Die Sommertemperatur der Tannenzone schwanken zwischen 7° (Fort Confidence: Note 5.) und 12° (Cumberlandhouse am Saskatchewan unter 53½° N. B.: ebenda).

10. *Hinds, the region of vegetation* (Jahresb. f. 1842. S. 426). In Folge dieser Beobachtungen einer baumlosen Küstenlandschaft am Behringsmeer ist ein Fehler in der Zeichnung der Baumgrenze auf meiner Karte der Vegetationsgebiete (Peterm. Mitth. f. 1866) stehen geblieben, den ich jetzt nach Seemann's Angabe (Note 7) verbessert habe.

11. Die Abnahme der Sommertemperatur auf 6° wurde zu Port Clarence (60° 45' N. B., 165° W. L. Greenwich) beobachtet (Dove a. a. O.).

12. Die Juliwärme in Fort Franklin (65° N. B.) am Bärensee beträgt nur 9°, in Ustjansk (71°) beinahe 12° (Dove a. a. O.).

13. *Lord, the naturalist in Vancouver*, 2. p. 99. 63. Die grosse, baumlose Ebene des untern Kolumbia grenzt zwischen dem 48. und 49. Breitengrade in einer unregelmässigen Linie an die Waldzone und reicht westwärts bis an die Cascaden-Kette.

14. Regenmenge in Sitcha 83", in Fort Vancouver am Oregon 45" (Dove, klimat. Beitr. 1. S. 137. 107).

15. *Parlatore (De Candolle, prodromus*, 16, p. 430); *Drayton (in Wilke's United States exploring expedition*, 5. p. 116): auf der beigegebenen Zeichnung sind Stämme dargestellt, von denen der stärkste 8', über dem Boden 13' im Durchmesser mass.

16. *Coke, a ride to Oregon*, p. 317.

17. *Cox* (Peterm. Mitth. 1858. S. 504).

18. *Lord* a. a. O. 1. p. 305. Der Verf. brachte zwei Winter in Fort Colville (49° N. B.) zu: er erlebte oft eine Kälte von — 29° bis — 30° F., der Schnee lag 3 Fuss hoch.

19. *Geyer (Lond. Journ. of Botany*, 1845: Jahresb. f. 1846. S. 52).

20. *Blodget (Pacific railroad explorations*, 1. p. 570). Die Ebenen

im Westen der Rocky Moutains (zwischen 47° und 49° N. B.) empfangen wenig Regen oder Schnee, stärkere Niederschläge finden indessen im Frühling und zu Anfang des Sommers statt.

21. *Asa Gray, statistics of the Flora of the Northern United States, p. 2. (American Journal of science, 1856).*

22. Polargrenzen von Bäumen in der Zone der Laubhölzer, nach Richardson (a. a. O.), einige, die erst südlich von 43° auftreten, nach *Asa Gray (Botany of the Northern United States)*

bis 54° N. B. *Negundo fraxinifolium; Fraxinus americana; Ulmus americana; — Thuja occidentalis.*

„ 50° „ *Tilia americana; Acer.: 6 Arten; Quercus alba, rubra und obtusiloba; Fagus ferruginea* (sporadisch, allgemeiner nur bis 47°); — *Pinus Strobus.*

„ 49° „ *Fraxinus pubescens; Quercus macrocarpa; — Pinus canadensis.*

„ 47° „ *Juglans nigra und cinerea, Carya: 3 Arten; Quercus bicolor, Prinos, ilicifolia, tinctoria und pakustris; Betula nigra (ex-celsa); Platanus occidentalis.*

„ 46° „ *Robinia pseudacacia; Gymnocladus canadensis.*

„ 43° „ *Magnolia glauca.*

„ 41° „ *Liquidambar styraciflua.*

„ 40° „ — *Taxodium distichum.*

Kanada erreichen auch *Liriodendron* und *Sassafras* (Note 41), ihre Polargrenzen fehlen indessen bei Richardson.

23. Pr. Wied, Reise nach Nordamerika (Jahresb. f. 1842. S. 421).

24. Beobachtungen über die Dauer der Laubentfärbung bis zum Laubfall (*Blodget, climatology, a. a. O. p. 503—506).*

Am Albany-Fluss (51½° N. B.) Entfärbung beginnt Anfang September; Laubfall Anf. Oktober.

Am *Lake superior* (48½° N. B.) Birken und Espen entfärben sich 7. Sept.; Laubfall 7. Okt.

Beobachtungen über die Vegetationsperiode (das.)

Am Saskatchewan (54° N. B.) Frühlingssaft steigt in *Negundo* 20. April; Bäume sind entlaubt 5. Okt.

Am *Lake superior* (48½° N. B.) Frühlingssaft steigt in *Acer saccharinum* 2. April; Bäume sind entlaubt 7. Okt.

Am Huronensee (45° N. B.) Frühlingssaft steigt in *Acer saccharinum* Ende März; Bäume sind entlaubt Mitte Oktober.

Philadelphia (40° N. B.) Frühlingssaft steigt etwa 2. oder 3. Woche des März; Bäume sind entlaubt Ende Okt.

Da die Belaubung einige Zeit nach dem Aufsteigen des Frühlingssafts eintritt, so schätze ich die Dauer der Vegetationsperiode am Saskatchewan (Winipegsee) auf etwa fünf, in Pennsylvanien auf sieben Monate. In Europa betrug der Unterschied im Bereiche der Buchenzone einen Monat mehr (5—8 Monate).

25. Dove, klimatologische Beiträge, 1. S. 145.
26. *Perley, observations on Newfoundland* (Peterm. Mitth. 9, p. 263).
27. Beispiele von Regenmengen in den östlichen Waldzonen Nordamerikas (Dove, a. a. O. 1. S. 147): an der Küste Boston 39", Philadelphia 40", Charleston 45", New-Orleans 48"; im Innern Détroit in Michigan 28", Cincinnati in Ohio 44", Nashville in Tennessee 52".
28. *Blodget, a. a. O.*, p. 410.
29. *Torrey und Asa Gray, Flora of North America*, 1. p. 484.
30. Lindenköhl (Peterm. Mitth. 11. S. 326).
31. *Forry (Americ. Journ. of science, 1844: Jahresb. f. 1845. S. 42)*. In S. Augustine (30° N. B.) beträgt der Unterschied der Sommer- und Wintertemperatur 10° (22° und 12°), in Key West (24½° N. B.) nur 6° (16° und 22°) (Dove a. a. O. S. 40). Von Californien unterscheidet sich Florida dadurch, dass die Niederschläge über das ganze Jahr vertheilt sind (das. S. 153).
32. Bei Blodget finde ich die kürzeste Vegetationsperiode des Mais am Red River nur zu 60 Tagen (p. 417), später zu 2½ Monaten (p. 420) angegeben. Die Juliwärme betrage daselbst 15°,5: in Deutschland haben von Orten, die ausserhalb der Grenze der Maiskultur liegen, z. B. Gotha 16°,8, Swinemünde 15°,7 Juliwärme. Nach Richardson liegt die höchste Breite, bis zu welcher Mais gebaut wird, in Hudsonien unter 51°, nach Blodget soll gegenwärtig die Maiskultur den nördlichen Arm des Saskatchewan (53°) erreichen.
33. Vergl. Waldgebiet des östlichen Kontinents S. 123.
34. Behm (in Peterm. Mitth. f. 1856. S. 429, nach dem *Patent office report* der Vereinstaaen).
35. Gumprecht (in Peterm. Mitth. f. 1856. S. 224, nach *Buchanan, the culture of the grape*).
36. *Blodget, a. a. O.* p. 440.
37. *De Candolle, géographie botanique*, p. 367.
38. *Asa Gray, manual of the Botany of the Northern United States V. Edit.* enthält 16 Eichen, von denen 2 der südlichen Waldzone angehören, und von Pinus-Arten 8 Kiefern, 5 Tannen und eine Lärche. Die im Text erwähnten einzelnen vikariirenden Arten von Amentaceen, Platanen und Hamamelideen sind: *Fagus ferruginea*, *Castanea americana*, *Platanus occidentalis* und *Liquidambar styraciflua*.
39. Von der Kastanie wird gewöhnlich angenommen, dass sie eine Abart der europäischen sei, aber in den Früchten sind doch feinere Unterschiede vorhanden, ebenso, wie auch bei der Buche, in den Blättern. Nach Emerson (*a report on the trees and shrubs of Massachusetts*, p. 166) sind die Früchte kaum ¼ so gross, als bei der europäischen *Castanea vesca*. Die Meinung Regel's, dass mehrere nordamerikanische Birken, wie *Betula papyracea*, *nigra* und *populifolia*, als Unterarten mit *B. alba* zu verbinden wären, verdient ebenfalls keinen Beifall.
40. *Asa Gray, botany of Japan*, p. 424.

41. Beobachtete Polargrenzen von Vertretern tropischer Familien im Osten Nordamerikas (nach Asa Gray):

Magnoliaceen.	<i>Liriodendron tulipifera</i> ,	bis Kanada.
	<i>Magnolia glauca</i> ,	„ Massachusetts (Kap Ann, 43° N. B.).
Anonaceen.	<i>Asimina triloba</i> ,	„ Westen von New-York.
Menispermeeen.	<i>Menispermum canadense</i> ,	„ Kanada.
Ternstroemiaceen.	<i>Gordonia lasianthus</i> ,	„ Virginien. (Norfolk 37°, (Lorbeerform).
	<i>Stuartia virginica</i> ,	„ Virginien. („ „) (Rhamnusform).
Melastomaceen	<i>Rhexia virginica</i> ,	„ Massachusetts.
Passifloreen.	<i>Passiflora lutea</i> ,	„ Illinois.
Ebenaceen	<i>Diospyros virginiana</i> ,	„ New-York und ¹ Rhode island.
Sapoteen.	<i>Bumelia lycioides</i> und <i>la- nuginosa</i> ,	„ Illinois.
Bignoniaceen.	<i>Catalpa bignonioides</i> ,	„ Illinois ?
Acanthaceen	<i>Ruellia ciliosa</i> ,	„ Michigan.
	<i>R. strepens</i> und <i>Dian- thera americana</i> ,	„ Wisconsin.
Laurineen.	<i>Persea carolinensis</i> ,	„ Delaware (39°) (Lorbeer- form).
	<i>Sassafras officinale</i> ,	„ Kanada
	<i>Tetranthera geniculata</i> ,	„ Virginien (Nor- } (Buchen- folk 37°) } form).
	<i>Lindera Benzoin</i> ,	„ Kanada } (Rhamnus- } form).
	<i>L. melissifolia</i> ,	„ Virginien }
Nyctagineen.	<i>Oryzophus nyctagineus</i> ,	„ Wisconsin.
Piperaceen.	<i>Saururus cernuus</i> ,	„ Kanada.
Podostemeen.	<i>Podostemon ceratophyl- lus</i> ,	„ Nördl. Staaten.
Commelyneen.	<i>Commelina virginica</i> ,	„ Michigan.
Palmen.	<i>Sabal palmetto</i> und 3 an- dere Arten.	„ Südkarolina.
Bromeliaceen.	<i>Tillandria usneoides</i> ,	„ Virginien (Norfolk 37°).
Burmanniaceen.	<i>Burmannia biflora</i> ,	„ Virginien.

Von allen diesen Familien sind an der Westküste, in Kalifornien und am Oregon nur *Oryzophus* und *Saururus* beobachtet, zweifelhaft ist das Vorkommen einer Bignoniacee (*Martynia*: Asa Gray, statistics, p. 13). Ich lasse dabei die Cacteen und Loaseen ausser Betracht, die aus den Tropen in das Prairieengebiet übergehen und die Wälder kaum berühren.

42. Emerson, trees of Massachusetts, p. 65.

43. H. Credner (Peterm. Mitth. f. 1869. S. 139).

44. Agassiz, Lake superior, p. 185. (Die Messungen der Vegeta-

tionsgrenzen auf den White Mountains rühren von Guyot her: über die Höhe des kulminirenden Mount Washington vergl. Peterm. Mitth. f. 1860. S. 267).

45. *Buckley* (Peterm. Mitth. f. 1860. S. 268); *Asa Gray* (*Journ. of Bot.* 1842—43: Jahresb. f. 1842. S. 422). Den Gipfel der Black Mountains, der höchsten Erhebung der Alleghanys, mass ebenfalls Guyot am genauesten.

46. *Asa Gray*, *statistics*, a. a. O. p. 25. 27. 22. 13. 9.

47. *Bourgeau* (*Journ. Linnean soc.* 4. p. 16). Seine Angabe über die Baumgrenze und den Umfang der alpinen Region (6500' — 8600' engl., im Text auf Pariser Fuss reducirt) bezieht sich auf den Ostabhang der Rocky Mountains (51^o 9'). Die Höhe der Schneelinie wurde von Palliser, den Bourgeau als Botaniker begleitete, zu 8070' in dem Quellgebiete des Saskatchewan und Oregon bestimmt.

48. *Cooper* (*Pacific railroad explorations*, 1. bei *Stevens*, *Puget Sound*, p. 220).

49. Die höchsten gemessenen Gipfel des westlichen Waldgebiets sind in den Rocky Mountains Mount Hooker (53^o N. B.): 15700' (Douglas nach Behm's geogr. Jahrb. 1. S. 258); in der Cascadenkette Mount Hood (15^o N. B.): 16550' (Hines in *Proceed. geogr. soc.* 11 nach Peterm. Mitth. f. 1858. p. 56). Eine grössere Höhe, als die des Mount Hood bei Fort Vancouver am Oregon, scheint bis jetzt in Nordamerika nicht nachgewiesen zu sein.

50. Das Niveau des Saskatchewan beträgt zu Carltonhouse 1030' (Richardson), des Oregon zu Wallamalla nur 325' (Frémont): die Prairien am oberen Missouri werden auf ein Niveau von mehr als 4000' geschätzt (vergl. Blodget, a. a. O. p. 109).

51. *Hooker's Flora* des britischen Nordamerikas (*Flora boreali-americana*), welche die reiche Ausbeute von Drummond, Richardson und Douglas aus dem Oregongebiet mit der Vegetation von Hudsonien, Newfoundland und Kanada verbindet, ausserdem noch Pflanzen aus den Prairien und Kalifornien enthält und die angesiedelten nicht ausschliesst, zählt nur wenig über 2400 Gefässpflanzen. Dagegen werden aus der nördlichen Laubholzzone allein von Asa Gray (*Manual*) etwa 2100, aus einem Theil der südlichen Staaten von Elliott (*Sketch of the Botany of South Carolina and Georgia*) 2200 Phanerogamen beschrieben.

52. *Mazimowicz*, *primitiae Florae anurensis*, p. 443. Vergl. Note 2 und 3 zum östlichen Waldgebiete (hiernach 15 Procent in der nördlichen Laubholzzone Nordamerikas, 38 Procent am Ussuri).

53. Beispiele nicht monotypischer, endemischer Gattungen: *Sarracenia* mit etwa 6, *Lechea* mit 5, *Petalostemon* mit 14 Arten, letztere auch in den Prairien.

54. Ich schätze den Umfang des westlichen Waldgebiets auf 150000 q. Quadratmeilen.

55. Reihe der vorherrschenden Familien. Aus *Hooker's Flora*

boreali- americana (2439 Gefäßpflanzen) erhalte ich folgende Reihe: Synanthereen (12—13 Procent), Cyperaceen (7—8 Pr.), Gramineen (fast 6 Pr.), Rosaceen (5—6 Pr.), Leguminosen (5 Pr.), Cruciferen (4—5 Pr.), Scrophularineen (fast 4 Pr.), Caryophylleen, Ranunculaceen und Ericaceen (je 3 Pr.), Saxifrageen und Orchideen (je 2—3 Pr.).

Aus der nördlichen Laubholzone (nach A. Gray's *Statistics*), von 2091 Phanerogamen: Synanthereen (13 Pr.), Cyperaceen (10 Pr.), Gramineen (7 Pr.), Leguminosen (4—5 Pr.), Rosaceen (3—4 Pr.), Ericaceen (3 Pr.), Scrophularineen, Orchideen, Ranunculaceen, Labiaten und Cruciferen (je 2—3 Pr.).

Aus Elliot's Flora von Südkarolina und Georgien (nach *De Candolle's Géogr. bot.* p. 1213), von 2198 Phanerogamen: Synanthereen (16—17 Pr.), Gramineen (8—9 Pr.), Cyperaceen (6—7 Pr.), Leguminosen (5—6 Pr.), Rosaceen (3 Pr.), Amentaceen und Ranunculaceen (je 2—3 Pr.), Ericaceen (2 Pr.).

XIII. Prairieengebiet.

1. Pr. Wied, Reise in Nordamerika (meteorologische Beobachtungen in Fort Union, 48^o N. B.: Jahresb. f. 1842. S. 417); *Frémont, exploring expedition to the Rocky Mountains and to Oregon* (Jahresb. f. 1845. S. 46j).

2. *Blodget, climatology of the United States*, p. 88. Das mittlere Niveau des Plateaus der Rocky Mountains wird auf 5600' geschätzt (p. 89), von Nevada-Territory zwischen Utah und Kalifornien auf 4700' (*Bell in Journ. geogr. soc.* 39, p. 113) mit Thaleinschnitten, die in einzelnen Fällen bis unter den Spiegel des Meers reichen, im Death Valley (36^o bis —160' (das. p. 116)).

3. *Emory, notes of a military reconnoissance from Fort Leavenworth in Missouri to S. Diego in California* (Jahresb. f. 1848. S. 398).

4. *Davis (Pacific railroad explorations, 1. p. 7).*

5. Jährl. Regenmengen im Prairieengebiet (*Blodget a. a. O.* p. 61. 63). Oestliche und nördliche Prairien.

Fort Kearny in Nebraska (40^o N. B.; Niveau 2200') 28".

Dalles am Oregon (45^o „ „ 300') 14".

Südstrand der Salzwüste.

Fort Yuma an der Mündung des Gila (33^o N. B.; Niveau 100') 3".

Südliche Prairien.

Santa Fé in Neu-Mexiko (36^o; Niveau 6400') 20".

El Paso in Neu-Mexiko (32^o; „ 3600') 11".

Fort Duncan in Texas (29^o; „ etwa 700') 22".

6. Die Nordgrenze der Prairien erreicht am Saskatchewan den 54., jenseits der Rocky Mountains den 49. Breitengrad (vergl. die Angaben

Frémont's und Richardson's über den ersteren Werth im Jahresb. f. 1851. S. 54, wo das Détail diskutirt ist, sowie über die Waldgrenze am Kolumbia die Note 13 zum westlichen Waldgebiet).

7. Die mittlere Plateauhöhe der Wasserscheiden zwischen Neu-Mexiko und dem unteren Colorado beträgt 4700' (*Sitgreaves, expedition down the Zuni and Colorado rivers*, p. 17: Jahresb. f. 1853. S. 22). Die San-Francisco-Berge, die höchste (7100') Gebirgsgruppe, welche von Sitgreaves auf dem Wege zum Colorado (35° N. B.) überstiegen wurde, erhob sich nur 1200' über die Hochebene von Pueblo Zuni (5900').

8. Emory (*Pacific railroad explorations*, 2. p. Appendix, p. 19).

9. Froebel, aus Amerika, 2. S. 249. 240; Humboldt, Ansichten der Natur. 3. Ausg., 1. S. 349. Das Niveau der Hochebenen im Coloradogebiet wechselt zwischen 3800' und 6600' und erreicht an einigen Punkten 7500' (*Bell a. a. O.* p. 98).

10. *Wislizenus, tour to Northern Mexico*, p. 28. (Jahresb. f. 1848. S. 398).

11. Engelmann, *character of the vegetation of South Western Texas* (nach Lindheimer's Beobachtungen in den *Proceedings of American association*, 1851: Jahresb. f. 1852. S. 72). Die Ursache der Vegetationsgrenze in der Nähe des texanischen Colorado scheint in der Exposition der Klippe zu liegen. So weit diese eine südliche ist, bringen die Südwinde vom Golf eine viel grössere Masse von Niederschlägen (42"—47": nach Uhde, die Länder am unteren *Rio bravo del Norte*, S. 118): wo aber die Klippenlinie in die Meridianrichtung des nördlichen Mexiko übergeht, überwiegen die trockenen Südwestwinde der Prairien.

12. Lindheimer (in Wiegmann's Archiv f. Naturgeschichte f. 1846. S. 277: Jahresb. f. 1846. S. 53).

13. Vergl. über das Vorkommen von *Rhipsalis* in der alten Welt: Sudan (2. S. 129).

14. Bigelow, in *Whipple's expedition*, p. 7 (*Pacific railroad explorations*).

15. Engelmann beschrieb in zwei grösseren Abhandlungen gegen 100 Cacteen aus den südlichen Prairien (*Cactaceae in Whipple's expedition a. a. O.* und in *Emory's United States and Mexican boundary survey*).

16. Back (nach Humboldt's Ansichten der Natur, 3. Ausgabe, 2. S. 177).

17. Schleiden, Anatomie der Cacteen, Taf. 3. Fig. 1., Taf. 7. Fig. 3.

18. Engelmann, *Cactaceae of the boundary a. a. O.* Titeltupfer.

19. Thurber (in *Asa Gray's pl. Thurberianae, Memoirs American Academy*. N. S. 5, p. 305).

20. Beispiele von Gattungen und Familien des tropischen Mexikos in Sonora und namentlich auf der Sierra Madre: von Malpighiaceen *Hiraea*, Zygomphyllen *Guajacum*, Tamariscineen *Fouquieria*, Leguminosen *Erythrina*, Myrsineen *Jacquinia*.

21. Geyer (*London Journ. of Botany*. 1845: Jahresber. f. 1845. S. 44).
22. Marcy (Peterm. Mitth. 4. S. 44). Die Mezquite-Gebüsche mischen sich mit Zwergpalmen am unteren Stromlauf des Rio Grande (Uhde a. a. O. S. 47).
23. Beispiele von Bestandtheilen der Chaparals in Texas (nach Lindheimer: Note 12): von Leguminosen *Prosopis*, *Cercis*, Rosaceen *Prunus*, Juglandeen *Juglans nana*, Urticeen *Acanthoceltis* und *Morus parrifolia*, Sapindaceen *Aesculus discolor*, Rhamneen, Rutaceen *Castela* und *Zanthoxylon*, Berberideen *Berberis trifoliolata*;
auf dem [Plateau zwischen Chihuahua und Saltillo (29°—26° N. B. nach Wislizenus, Note 10): Mimoseen, Euphorbiaceen, Rhamneen, Celastrineen, von Rutaceen *Koebelia*, von Zygophylleen *Larrea* und *Gua-jacum*, von Rosaceen *Greggia*, Bignoniaceen *Chilopsis*, von Berberideen die obige, ferner die Tamariscineen *Fouquieria* und von Liliaceen *Yucca*.
24. Parry (*Transactions of the Academy of S. Louis*, 2. p. 532: Peterm. Mitth. 12. S. 445).
25. Marcou (*Bulletin de la soc. géographique de Paris*, 1867. p. 462: Peterm. Mitth. 14. S. 36).
26. Whipple (*Pacific railroad explorations*, 4. p. 20).
27. Bourgeau (*Journ. of Linn. soc.* 4. p. 16: s. Nordamerik. Waldgebiet (2. S. 266).
28. Höhe des Mt. Hood (das. Note 49).
29. Vergl. Nordamerik. Waldgebiet (2. S. 265).
30. Parry, *physiographical sketch of the Rocky Mountains* (*range American Journ. of science*, 1862: Peterm. Mitth. 9, S. 313). Die im Text angegebenen Ziffern über den Umfang von Parry's Ausbeute beziehen sich auf das Jahr 1861: im folgenden Jahre vermehrten sich die Sammlungen zwar erheblich, aber Asa Gray's Katalog derselben, welcher 695 Arten aufzählt (*Proceed. acad. of Philadelphia*, 1863. p. 55), enthält auch Pflanzen aus der Ebene.
31. Asa Gray, *examination of a collection made by Ervendberg near Tantauya* (*Proceed. Americ. acad.* 5, p. 174).
32. Xantos (Peterm. Mitth. 7. S. 133): zwischen 28° N. B. und dem Wendekreise entspricht die Physiognomie der kalifornischen Halbinsel den südlichen Prairien, noch bei Todos Santos (23 $\frac{1}{2}$ °) erwähnt der Reisende *Sarcobatus*, *Cercus giganteus* und Mimoseen, denen sich dann hier eine Fächerpalme zugesellt. Seine Sammlung von dem Südkap von S. Lucas wurde von Asa Gray untersucht (*Proceedings Americ. acad.* 5. p. 153: 121 Arten, unter denen Manches neu war).
33. Meiner Schätzung des Reichthums der Prairienflora legte ich besonders das Werk von Torrey über die Sammlungen mehrerer Reisenden in den südlichen Landschaften zu Grunde (*Botany of the United States and Mexican Boundary, in Enory's Report on the Boundary Survey*). Diese Arbeit umfasst beinahe die ganze Reihe der Gefäßpflanzen und

stützt sich auf die verhältnissmässig grösste Sammlung: nach Hinzufügung der darin ausgelassenen Cacteen und Gramineen, die ich nach anderen Quellen schätzte, wächst dieses Verzeichniss auf mehr als 2200 Arten. Allein ein beträchtlicher Theil der Sammlung rührt nicht aus den Prairien her, sondern aus Kalifornien, und hiernach wurde meine Annahme, dass darin vielleicht die Hälfte der bisher bekannt gewordenen Prairie-Pflanzen enthalten sei, modificirt.

34. Ich schätze den Umfang des Prairieengebiets etwa auf 100000 q. Quadratmeilen.

35. In dem Torrey'schen Werke (Note 33) ist die Reihenfolge der artenreichsten Familien, ohne dass jedoch die Bestandtheile der kalifornischen Flora ausgedehnt wurden, folgende: Synanthereen (20 Procent), Leguminosen (10 Pr.); dann folgen (mit nicht über 4 Pr.) die Euphorbiaceen, Cacteen (nach Engelmann's Aufzählung), die Scrophularineen; zuletzt (mit 3—2 oder kaum 2 Pr.) die Gramineen, Cyperaceen, Labiaten, Cruciferen, Boragineen, Polygoneen und Liliaceen.

36. Uebersicht bemerkenswerther endemischer Gattungen der Prairienflora.

a. Monotypische Sträucher. Rosaceen: *Purshia*, *Cowania*, *Fallugia*; Celastrineen: *Mortonia*, *Glossopetalum*, *Pachystima*; Saxifrageen: *Jamesia*, *Fendlera*; Rutaceen: *Koerberlinia*, *Astrophyllum*; Leguminosen: *Eysenhardtia*; Portulacaceen: *Talinopsis*; Synanthereen: *Peuciphyllum*; Labiaten: *Saluzania*.

b. Monotypische Bäume. Sapindaceen: *Ungadia* (in Texas und Neu-Mexiko); Leguminosen: *Olnya* (am Gila).

c. Beispiele von Stauden. Synanthereen: die Labiatiflore *Hemiptilium*, die Liguliflore *Calicoseris*; unter den übrigen, die sich unter die Asteroideen und Senecionideen vertheilen, mehrere Gattungen mit einer Mehrzahl von Arten, namentlich *Pyrrhocoma*, *Laphamia*, *Balsamorhiza*; Cruciferen: *Dryopetalon*, *Greggia*, *Synthlipsis*; Capparideen: *Wislizenia*, *Cristatella*; Malvaceen: *Thurberia*; Rutaceen: *Holacantha*; Leguminosen: *Peteria*; Onagrarien: *Stenosiphon*; Loaseen: *Petalonyx*, *Cevallia*; Cucurbitaceen: *Sicydium*; Labiaten: *Brazoria*; Nyctagineen: *Pentacrophys*; mit mehreren Arten die Gattungen *Nyctaginia*, *Selinocarpus* und *Acleisanthes*; Polygoneen: *Acanthogonum*; Amarantaceen: *Acanthochiton*; Liliaceen: *Cooperia*, *Cremassia*, *Androstephium*.

37. Beispiele von einigen den Prairien und Kalifornien gemeinsamen Gattungen: Leguminosen: *Hosackia*; Rosaceen: *Cercocarpus*; Euphorbiaceen: *Simmondsia*; Malvaceen: *Fremontia*; Onagrarien: *Eutobus*; Rutaceen: *Thamnosma*; Caryophylleen: *Spraguea*; Cruciferen: *Pachypodium*; Corneen: *Garrya*; Scrophularineen: *Eunanus*, *Cordylanthus*; Nyctagineen: *Abronia*.

XIV. Kalifornisches Küstengebiet.

1. Beispiele von kalifornischen Sommer- und Wintertemperaturen (Dove, klimatol. Beiträge, 1. S. 42)

an der Küste:

	Winter.	Sommer.	Jahr.
Humboldt City (41° N. B.)	+ 6°	11°	9°
Ross (38½° „)	7°	11°	9°
S. Francisko (38° „)	8°	12°	10,5
S. Diego (33° „)	9°	17°	13°;

im Innern des Sacramento-Thals:

Sacramento (38°)	7°	17°	12°.
------------------	----	-----	------

2. *Blodget, climatology of the United States*, p. 199. 195. 194.

3. Tschernych (Erman's Archiv f. Russland, 1841: Jahresb. f. 1841. S. 453).

4. Regenfall in Kalifornien (Dove, a. a. O. S. 107, vergl. *Blodget in Pacific railroad explorations*, 12. 1. p. 328) in englischen Zoll:

	Im Jahr.	Mehr als 2" im Monat.	Weniger als 1" im Monat.
S. Francisko	24"	Nov.—April	Mai—Okt.
Sacramento	21"	Nov.—Jan. u. März bis April.	Mai—Okt. u. Februar.
S. Diego	20"	Dec. u. Febr., 1—2" Nov. u. März.	April—Okt. u. Januar.

„ (nach Blodget) nur 10".

5. *Duflot de Mofras, exploration du territoire de l'Orégon*, 2. p. 46; 1. p. 239. 205 (Jahresb. f. 1843. S. 50).

6. Vergl. Nordamerikanisches Waldgebiet, Note 14. Fort Vancouver am Oregon, wo der Wendepunkt beider Klimate liegt, hat in den Sommermonaten doch noch 6" Regen, freilich viel weniger als im Spätherbst und Winter.

7. *Hinds in Botany of H. M. S. Sulphur* (Jahresb. f. 1844. S. 70).

8. *Lindley (Gardeners chronicle*, 1853: Peterm. Mitth. 1. S. 89).

9. *Bigelow in Whipple's expedition*, p. 23 (*Pacific railroad explorations*).

10. *F. Müller, notes on the vegetation of Australia*: Bericht in Behm's geogr. Jahrb. 2. S. 213 (vergl. Australien, Note 18).

11. *Brewer (Journ. Linnean soc.* 8. p. 274).

12. *Parry (in Torrey's Botany of the Boundary*, p. 21. 17). Unter den bei S. Diego von Parry gesammelten Coniferen sollte eine Kiefer, welche essbare Samen trägt, mit einer Art des tropischen Mexikos (*P. cembroides*) identisch sein: Torrey (*Botany of the Boundary*, t. 53) liess sie abbilden, und sie hat sich nach Engelmann's Untersuchung als besondere Art erwiesen, die derselbe *P. Parryana* nennt.

13. Der höchste von Whitney erwähnte Gipfel, Mount Whitney (36 $\frac{1}{2}$ ° N. B.), soll gegen 14000' hoch sein (Peterm. Mitth. 1870. S. 15). Die Mittelhöhe der Sierra Nevada beträgt nach Blodget (a. a. O. p. 111):

zwischen 42° und 38° N. B.	11250'
„ „ 38° „ 35° „	9400';
Passhöhe unter 40° „	4900';

Höhe der Küstenkette geschätzt zu 3300'.

14. Froebel, aus Amerika, S. 490. 502.

15. *Frémont, exploring expedition to the Rocky Mountains* (Jahresb. f. 1845. S. 47). Die Baumgrenze ist noch unsicher: an dem Ostabhange der S. Nevada, die unter 38° 44' auf einem Passe von 8700 Fuss Höhe überstiegen wurde, bestand der Nadelwald noch bei 7500' aus gigantischen Bäumen. Nach *Whitney* (a. a. O. S. 16) reicht der aus verschiedenen Coniferen gebildete Waldgürtel bis 8400', aber zugleich wird bemerkt, dass in diesem Niveau *Pinus flexilis* zu Krummholz verkürzt sei.

16. Beispiele von identischen Arten in Kalifornien und Chile: *Acaena pinnatifida* (Rosaceae), *Lepuropetalum spathulatum* (Saxifragee), *Collomia gracilis* (Polemoniacee), *Pectocarya chilensis* (Boraginee).

17. Ich schätze das Areal der kalifornischen Flora kaum auf den vierten Theil des Umfangs der Mediterranflora, auf 9000 q. Quadratmeilen mit 1000 endemischen und einer etwas geringeren Anzahl von nicht endemischen Arten.

18. Uebersicht endemischer Gattungen Kaliforniens (bei den nicht monotypischen, d. h. denen, die mehr als zwei Arten zählen, ist die Zahl der beschriebenen Arten beigefügt):

a. Bäume. Coniferen: *Sequoia*.

b. Sträucher. Rosaceen: *Adenostoma*, *Coleogyne*, *Chamaebatia*. Saxifrageen: *Carpenteria*, *Whipplea*. Onagrarien: *Zauschneria*. Leguminosen: *Pickeringia*. Rutaceen: *Cneoridium*. Capparideen: *Isomeris*. Papaverae: *Dendromecon*. Hydroleaceen: *Eriodictyon* (3 Arten).

c. Uebrige Gattungen. Synanthereen: *Corethrogyne*, *Pentachaeta*, *Whitneya* (alpin), *Tuckermannia*, *Actinolepis*, *Hulsea*, *Oxyura*, *Hemizonia* (3 Arten), *Coinogyne*, *Crocidium*. (Aeltere Gattungen, deren Vorkommen weniger genau bekannt ist, sind, wie in ähnlichen Fällen, übergangen). Polygoneen: *Nemaeculis*, *Mucronea*, *Centrostegia*, *Pterostegia*. Liliaceen: *Calochortus* (4 Arten), *Brodiaea*, *Calliproa*, *Chlorogalum*. Cruciferen: *Stanleya* (6 Arten), *Tropidocarpum* (6), *Lyrocarpon*, *Thysanocarpus* (8). Papaveraceen: *Platystemon*, *Romneya*, *Platystigma*. Onagrarien: *Eucharidium*, *Heterogaura*. Sarraceniaceen: *Darlingtonia*. Caryophylleen: *Calyptridium*. Labiaten: *Monardella* (4 Arten), *Pogogyne*. Geraniaceen: *Limnanthes* (3 Arten). Umbelliferen: *Sphenosciadium* (alpin, von Bentham u. Hooker zu *Selinum* gezogen). Valerianeen: *Plectritis*. Boragineen: *Krynitzkya*. Hydrophyllleen: *Emmenanthe*. Euphorbiaceen: *Eremocarpus*. Saurureen: *Anemiopsis*.

19. Gattungen, welche Kalifornien und dem Oregongebiet gemeinsam sind: Papaveraceen: *Eschscholtzia*. Rosaceen: *Nuttallia* (Amygdaleenstrauch). Synanthereen: *Ericameria* (Sträucher), *Layia*. Labiaten: *Audibertia*. Von den Gattungen, welche Kalifornien und den westlichen Prairien gemeinsam sind, wurden Beispiele im Abschnitt über die Prairien (Note 37) gegeben.

XV. Mexikanisches Gebiet.

1. *Humboldt, essai sur l'état politique de la Nouvelle Espagne*. Deutsche Ausg. 1. S. 60. 63. 57; dessen *Centralasien*, deutsche Ausg. 2. S. 139. 172.

2. Niveau einiger Städte der mexikanischen Hochebene:

23° N. B.	Zacatecas	7500'	(Burkart, Reisen in Mexiko, Th. 2).
22°	„ Potosi	5600'	(„ „).
21°	„ Queretaro	6000'	(Humboldt, Ansichten der Natur, 1. S. 349).
19½°	„ Mexiko	7000'	(„ „ , bestätigt durch die <i>Commission scientifique de Mexique</i>).
„	„ Toluca	9200'	(Burkart a. a. O.)
19°	„ Puebla	6800'	(<i>Commiss. scientif. de Mexique</i> : Peterm. Mitth. 14. S. 98).

3. Humboldt (*Essai* a. a. O. 1. S. 39) schätzte den Umfang der Hochebene auf $\frac{3}{5}$ der ganzen Oberfläche des tropischen Mexikos, worunter aber die südlichen Theile unseres Florengebiets (von Guatemala bis zum Isthmus) nicht einbegriffen sind.

4. Müller, Reisen in den Vereinigten Staaten und Mexiko (1. S. 271): Orchideen und Tillandsien bedeckten die Bäume am Pik von Orizaba noch bis zur Grenze der Nadelhölzer. Ueber die Agavenkultur (1. S. 315) bemerkt der Reisende, dass der Saft zwei bis fünf Monate lang ausströmt, nachdem der Blüthenschaft, der im achten oder zehnten Jahre erscheint, mit den obersten Blättern ausgeschnitten wurde.

5. Liebmann, Mexikos Bregner (*Danske Videnskab. Selskabs Skrifter*, 5: Jahresh. f. 1849. S. 54). Bei seinen Niveaugaben hat der Verf. unterlassen zu bemerken, welcher Fussmassstab gemeint sei: ich habe sie im Texte unverändert gelassen, weil sie, wenn man Pariser Fuss annimmt, mit anderen Messungen hinlänglich übereinstimmen. Dem Pik von Orizaba schreibt er eine Höhe von 17000', der Schneelinie desselben 15000' zu: die erstere wahrscheinlich zu hohe Angabe findet sich auch bei Müller (s. u. Note 32), und die letztere entspricht der Beobachtung Humboldt's (*Centralasien*, 2. S. 171), nach welcher dieser Vulkan bis zu einem beträchtlich höheren Niveau schneefrei bleibt, als die Gipfel im Inneren des Hochlandes.

6. Liebmann, Vegetation des Piks von Orizaba (Bot. Zeit. 1844: Jahresb. f. 1843. S. 59).

7. Liebmann, botanische Briefe aus Mexiko (Regensb. Flora f. 1843: Jahresb. f. 1842. S. 427).

8. Martens u. Galeotti, mexikanische Farne (*Mém. de l'acad. de Bruxelles*, 1842: Jahresb. f. 1844. S. 72).

9. Heller, Mexiko, S. 18. 31.

10. Heller, Tabasko (Peterm. Mitth. 2. S. 404).

11. Heller, Reisen in Mexiko, S. 216 (Jahresb. f. 1853. S. 25); Mühlenpfordt, Schilderung der Republik Mejico, 2. S. 5: »von Anfang Oktober bis Ende Februar stürzen« in Yucatan »die Tropenregen in Strömen herab, aber der sandige und steinige Boden verschlingt die Nässe schnell; vom Februar bis Oktober glänzt fast beständig ein heiterer Himmel über der Halbinsel«.

12. Bell, *remarks on the Mosquito territory* (*Journ. geogr. soc.* 32, p. 248): die Regenzeit an der Mosquitoküste dauert vom Junius bis zum März.

13. Froebel, *seven years' travel in Central America*, p. 127.

14. Dass die Flora von Panama sich an der Küste des karaischen Meeres bis Nicaragua erstreckt, schliesse ich aus der Vergleichung von Fendler's Sammlung von Greytown.

15. In der Stadt Mexiko beträgt die mittlere Temperatur des Jahrs $12^{\circ},7$, die des Sommers 15° , des Winters 10° (Dove, Temper.-Taf., S. 3).

16. Humboldt (a. a. O.) nimmt als Temperaturgrenzen der drei mexikanischen Kulturregionen folgende Werthe an:

<i>Tj. caliente</i>	. . .	$20^{\circ}-15^{\circ}$;
„ <i>templada</i>	. . .	$15^{\circ}-13^{\circ}$;
„ <i>fria</i>	. . .	$13^{\circ}-9^{\circ}$.

Hiemit stimmen die von Martens und Galeotti (a. a. O.) adoptirten und im Texte erwähnten Annahmen für den Abhang der Golfzone nahe überein. Nach den Beobachtungen in Veracruz (20°) und Mexiko (13° bei 7000' Höhe) würde die senkrechte Abnahme der Temperatur um einen Wärmegrad vom Meeresufer bis zur Hochebene 1000' ergeben. Vergleicht man die untere Grenze der Nadelhölzer (s. u. im Text), so erhält man 950' bei der Elevation derselben unter dem Einflusse des Plateaus, wenn man für frei liegende Berge der pacifischen Küste die normale Temperaturabnahme um einen Wärmegrad auf 600' zu Grunde legt. Aehnliche Ergebnisse erhielt Schlagintweit in Indien (Berichte der bayerischen Akad. f. 1845. S. 246): in Dekkan 1220', in Ceylon 600'. Dass auch die Kordillere der Golfzone noch unter dem Einfluss des Plateaus steht, geht aus einer Beobachtung Liebmann's hervor, der bei einem freilich nur zweiwöchentlichen Aufenthalte im Niveau von 10000' am Orizaba die durchschnittliche Wärme zu $8^{\circ},8$ bestimmte, was einer senkrechten Abnahme von 980' entsprechen würde (s. dessen Vegetation des Orizaba: Note 6).

17. Die vier in südlicher Richtung von Mexiko bis Acapulco auf einander folgenden Thäler liegen nach Humboldt (a. a. O. 1. S. 48) in folgenden Niveaus: Ixtla 3020', Mexcala 1580', Papagallo 520', Peregrino 480'. Das erste derselben führt daher schon bis zur unteren Grenze der gemässigten, die übrigen liegen sämmtlich in der heissen Region.

18. Seemann (*Hooker, Journ. of Bot.* 1.: Jahresb. f. 1849, S. 54).

19. Oersted (*Bot. Zeit.* 6, S. 875: Jahresb. f. 1848, S. 403); dessen *l'Amérique centrale*, 1. 1863. Die Höhenangaben beruhen vorzüglich auf einem barometrischen Nivellement von Don B. Espinach, der Fussmassstab ist nach brieflicher Mittheilung der englische.

20. M. Wagner leitete, von einem ähnlichen Gesichtspunkte ausgehend, die Depression der Vegetationsgrenzen in Central-Amerika von der Verschmälerung des Kontinents ab, wo die Wärme nach aufwärts rascher abnehme, als auf ausgedehnten Hochebenen (Sitzungsber. der bayerischen Akad. f. 1866. 1. S. 151: vergl. Jahresb. in Behm's geogr. Jahrbuch, 2. S. 214). Als Region der immergrünen Eichen und der Erle (*Alnus acuminata*) bezeichnet er in Chiriqui das Niveau von 4400'—8600', was wohl auf die nördliche, karaibische Abdachung bezogen werden muss.

21. Nach Liebmann (Vegetation des Orizaba) beginnt die mexikanische Tanne (*P. religiosa*), welche auch bei der Stadt Mexiko vorkommt, am Orizaba erst bei 9000'. An diesem Berge sah er überhaupt die Nadelhölzer nur bis 6800' herabsteigen, deren untere Grenze in Mexiko von Humboldt zu 5700' gesetzt wird, wobei die pacifische Abdachung nicht berücksichtigt ist.

22. C. Ehrenberg (*Linnæa*, 19. S. 337: Jahresb. f. 1846, S. 53).

23. Die Gattung *Echeveria* steht der Kapschen Crassulacee *Cotyledon* so nahe, dass Bentham und Hooker beide vereinigt haben.

24. *Delpino, appunti di geografia botanica (Bulletino della soc. geogr. italiana*, 1869. 2. p. 17).

25. *Hinds, Botany of the Voyage of H. M. S. Sulphur* (Jahresb. f. 1844. S. 74): nach diesem Reisenden fehlen die Farnbäume dem westlichen Mexiko ganz. Liebmann (Mexikos Bregner) bemerkt indessen, dass wenigstens ein Farnbaum (*Alsophila mexicana*) in Oaxaca an der pacifischen Seite Mexikos von Karwinski beobachtet sei.

26. Humboldt, Naturgemälde der Tropenländer, S. 72.

27. *Salvin* (Peterm. Mitth. 7. S. 396).

28. In Parlatore's Monographie der Coniferen (*De Cundolle, Prodromus*, Vol. 16) zähle ich 21 Coniferen aus dem mexikanischen Florengebiet: 14 Arten von *Pinus* (12 Kiefern, sämmtlich mit 3 bis 5 Nadeln in derselben Scheide, 2 Tannen und unter diesen als einzige nicht endemische Conifere die Douglas-Tanne: *P. Douglasii*), 1 *Taxodium*, 3 Arten von *Cupressus* und ebenso viele von *Juniperus*.

29. Die Messung des *Taxodium* von Tule (Müller a. a. O. 2. S. 273 u. Vignette zu S. 269) ergab im Verhältniss zu dem im Texte angegebenen,

die kalifornische *Wellingtonia* erreichenden Stammdurchmesser ein vertikales Wachstum von nur 115' Höhe, wovon nach der Zeichnung mehr als die Hälfte auf die Krone kommt, deren Umfang zu 148' bestimmt wurde.

30. Beispiele von Gattungen, welche in der Reihe der Stauden die mexikanische Flora mit dem nordamerikanischen Westen verbinden, sind unter den Synanthereen häufig, unter den Leguminosen gehören dahin *Lupinus*, *Dalea*, *Astragalus*. Gemeinsam mit der arktischen Zone sind z. B. *Ranunculus*, *Draba*, *Viola*, *Gentiana*, *Pedicularis*, mit den südlichen Anden und den höheren Breiten Südamerikas z. B. *Sida*, *Cuphea*, *Eryngium*.

31. Richard (*Comptes rendus*, 18: Jahresb. f. 1844. S. 71): es lag ihm ein Material von 500 mexikanischen Orchideen vor.

32. Die Höhe des Piks von Orizaba wurde von Humboldt zu 16300' bestimmt (nach anderen Messungen beträgt sie 16800': Peterm. Mitth. 3. S. 374 u. Behm's geogr. Jahrb. 1. S. 264); nach Müller's trigonometrischer Aufnahme (Reisen a. a. O. 1. S. 391; 17000'. Die Messungen des Popocatepetl bei Mexiko ergaben 16600' (Peterm. Mitth. 14. S. 98).

33. Humboldt, Centralasien a. a. O. 2. S. 170: Durchschnittswerth der Schneelinie in Mexiko.

34. Oersted, *l'Amérique centrale, tableau physique I*. Seine Niveaugaben sind wegen des Fussmasses zu reduciren (vergl. Frantzius in Peterm. Mitth. 7. S. 381, nach dessen Messung der Irasu nur 10500 Pariser Fuss hoch ist).

35. Humboldt beobachtete auf dem Nevado de Toluca bei 14220' im September eine Temperatur von 3^o,5 (Isotherme von Moskau), bei 11400' stand das Thermometer auf 9^o,2 (Centralasien a. a. O. 2. S. 140).

36. Heller, der Vulkan Orizaba (Peterm. Mitth. 3. S. 369).

37. Seemann (*Hooker, Journ. of Bot.* 3: Jahresb. f. 1851. S. 66). Uebrigens sind die in den Savanengehölzen meist nur durch einzelne Gattungen vertretenen Familien unter den Beispielen der Vegetationsformen grossentheils erwähnt werden.

38. M. Wagner, die Provinz Chiriqui (Peterm. Mitth. 9. S. 293).

39. Grisebach, die geographische Verbreitung der Pflanzen Westindiens, S. 17, 31. Es sind hier 1742 weit über das tropische Amerika verbreitete Gewächse aufgezählt: nämlich 640, welche beide Tropenzonen umfassen; 555, welche die nördliche Tropenzone, 105, die zugleich Mexiko und Westindien bewohnen; 405 in mehreren oder allen tropischen Kontinenten einheimisch oder angesiedelt, und 34 ubiquitäre Arten.

40. Dasselbst, S. 48: aus mexikanischen Gattungstypen habe ich nur 35 Arten nachweisen können, die Westindien erreichen, wozu noch 10 Arten kommen, die durch den Golfstrom noch weiter über den Wendekreis hinaus verbreitet wurden.

41. Humboldt, *relation historique*, 3. p. 377.

42. Kotschy, Ueberblick der Vegetation Mexikos, S. 5 (Sitzungsberichte der Wiener Akad. Bd. 8).

43. Aus Westindien sind bis jetzt 2240 endemische Arten bekannt geworden (s. u.): freilich ist das Areal der Antillen, wenn man auf das tropische Mexiko und die in dessen Flora eingeschlossenen Theile Centralamerikas 30000 Quadratmeilen rechnet, etwa um das Sechs- bis Siebenfache kleiner, aber die Gegenden von Mexiko, welche genauer botanisch durchforscht sind, werden schwerlich grösser sein.

44. Grisebach, a. a. O. S. 64.

45. Mehr als 5 endemische Gattungen finde ich bei den Synanthereen (51), Gramineen (8), Scrophularineen (8), Rutaceen (7), Onagrarien (6); dann folgen mit 5 eigenen Gattungen die Leguminosen und Orchideen; auch unter den Acanthaceen ist eine Mehrzahl von endemischen Gattungen aufgestellt, aber diese sind einer weiteren Kritik bedürftig. Endemische Gattungen von Palmen sind *Reinhardtia* u. *Brahea*, von Cycadeen *Dion* u. *Ceratozamia*, von Cacteen *Pelecyphora* u. *Leuchtenbergia*. Unter den Agaveen sind *Agave*, *Fourcroya* und *Dasylirium* durch die beträchtliche Zahl endemischer Arten bemerkenswerth.

46. Die Sammlung Humboldt's aus Mexiko enthält über 900 Arten, von denen mehr als 600 auf dem Hochlande gesammelt waren. Von diesen letzteren bestimmte ich früher die Reihe der vorherrschenden Familien (Grisebach, *genera et species Gentianearum*, p. 45): Synanthereen (24), Gramineen (12), Scrophularineen, Labiaten und Leguminosen (je 5 Procent); dann folgen die Amentaceen, Solaneen, Umbelliferen, Rubiaceen und Verbenaceen: aber die Cacteen und Orchideen waren vernachlässigt worden.

XVI. Westindien.

1. Grisebach, die geographische Verbreitung der Pflanzen Westindiens, S. 33. 19. 80. 73 (Abhandlungen der Göttinger Gesellsch. der Wissensch. Bd. 12).

2. Grisebach, *Flora of the British West Indian islands*, p. VI.

3. Edwards, *history of the British West Indies*; 1. p. 10; Schomburgk, *history of Barbadoes*, p. 28. Die Angaben des Textes über die Solstitialregenzeiten beziehen sich zunächst auf die Karaiben, aber ähnlich verhalten sich dieselben auch auf Jamaika (Oersted s. u. p. 443); hier bezeichnet man als grosse Regenzeit die Periode von Mitte August bis Ende November, die kleine fällt in den Mai. Wie viel verwickelter aber die Verhältnisse werden können, zeigen die Beobachtungen Ackermann's aus dem westlichen Haiti (Peterm. Mitth. 14. S. 382), wo der Küstenumriss unregelmässiger ist und mehrere Gebirgsketten auf einander folgen:

zu Port au Prince an dem Golf, der von Westen in die Insel einschneidet, gilt die Frühlingsregenzeit (April und Mai) als die stärkere, schwächere Niederschläge umfassen die Zeit vom August bis zum Oktober; an der Nordküste, bei Kap Haitien, dauert die Regenzeit vom December bis zum April, an der Südküste bei Cayes fällt sie in die Monate Mai bis Juli. Aber in Port au Prince ist auch keiner der übrigen Monate regenfrei und dies wird auch wohl in Kap Haitien der Fall sein, wo die Küstengebirge vom Passatwinde getroffen werden.

4. Alexander Prior (*Journ. of Bot.* 2: Jahresb. f. 1850. S. 62).

5. Dove, klimatologische Beiträge, 1. S. 92. 93. Die Extreme der auf Guadeloupe von Deville (s. u. p. 319) gemessenen Regenmenge liegen um mehr als das Doppelte aus einander (Kaffeeplantage Peru 119", Baseterre 52"): die noch viel höhere Angabe von Matouba (274": bei Dovo nach Vrégille) hat wohl nur eine lokale Bedeutung und bedarf, da sie sich nur auf ein Jahr bezieht, der Bestätigung.

6. Grisebach, systematische Untersuchungen über die Vegetation der Karaihen, S. 7 (Abhandl. der Göttinger Gesellsch. der Wissensch., Bd. 7).

7. Temperaturmessungen aus Westindien (Dove, Temperaturtafeln, S. 2):

S. Vincent (13° N. B.)	Jahreswärme: 22° E.	Unterschied von Sommer u. Winter: 1°, 1.
Kingston (18° ")	" 21° " "	" " 2°, 2.
Havanna (23° ")	" 20°, 5 " "	" " 3°, 7.
Nassau (25° ")	" 21°, 5 " "	" " 6°, 8.

Zur Vergleichung dient Key West an der Küste von Florida (das. S. 8):

Key West (24½° ")	" 19°, 7 " "	" " 5°, 4.
--------------------	--------------	------------

8. Maury, *physical geography of the sea*, p. 38.

9. St. Claire Deville, *recherches sur les phénomènes de météorologie aux Antilles*. T. 1. Karte.

10. Ramon de la Sagra, *histoire physique de l'île de Cuba*, I. 2. p. 63. Im westlichen Drittel von Cuba, wo auf den Gütern die in Kultur stehende Fläche zu dem Walde und den Weiden nach dieser Quelle sich wie 41 : 19,5 verhält, ist der Anbau am ausgedehntesten: auf der ganzen Insel soll nur ein Fünftel der Oberfläche der Oberfläche kultivirt, nicht ganz die Hälfte bewaldet sein (Kluden, Erdkunde, 3. S. 1071).

11. Oersted, *skildring af Naturen paa Jamaica* (*Naturskildringer*, p. 415—526).

12. Purdie (*London. Journ. of Bot.* 1845: Jahresber. f. 1845. S. 50).

13. Wright (in Grisebach, *catalogus plantarum cubensium*, p. 222).

14. Eine physiognomische Zeichnung des Baumwollenbaums findet sich bei Oersted (a. a. O. S. 473).

15. Parlatore (in De Candolle, *Prodromus*, 16. 2. p. 491).

16. Die grössten Cacteen in Jamaika sind *Cereus Swartzii Gr.*, *C. eriophorus Lk. Ott.* und *C. repandus Haw.*: der erste wurde von Swartz, der zweite schon von Linné, der dritte von Tussac mit dem *C. peruvianus*

des Kontinents verwechselt (*Grisebach, Flora of the Westindian islands*, p. 301).

17. Poeppig, Reise in Chile, 2. S. 79.

18. Beispiele von Holzgewächsen Jamaikas, die bis zu den Bahamas und Karaien verbreitet sind: *Canella alba*, *Svietenia Mahagoni*, *Gua-jacum officinale*, *Amyris balsamifera*, *Bursera gummifera*, *Sabal umbraculiferum*; den Bahamas und grossen Antillen sind ferner gemeinsam *Croton Eluterus* u. *Cascarilla*, *Cuculpsina crista*.

19. Charakteristische Bäume der zweiten Region Oersted's auf den Bergen von Jamaika sind: von Melastomaceen *Diplochita Fothergilla* u. *serrulata*, *Conostegia proceru*; die Myrtacee *Ananomis fragrans*, die Malvacee *Paritium elatum*, die Tiliacee *Sloanea jamaicensis*, die Bombacee *Ochroma lagopus*, die Combretacee *Terminalia latifolia*, die Laurineen *Nectandra sanguinea* u. *Phoebe montana*, die Urtimee *Ficus laevigata*, die Ericacee *Clethra tinifolia*, die Conifere *Podocarpus Purdicanus*.

20. Von Farnbäumen der blauen Berge habe ich 14 verschiedene Arten erhalten: aus den Gattungen *Cyathea* (5), *Alsophila* (4), *Hemitelia* (4) und *Lophosoria pruinata*. Die im Texte erwähnten Sträucher, welche sie begleiten, sind *Clethra tinifolia*, *Vaccinium meridionale*; *Pleurochaenia rigida*; *Viburnum villosum*; *Fadyenia Hookeri*.

21. *Grisebach, Flora of the British West Indian islands* (1864); und *Catalogus plantarum cubensium* (1866).

22. *J. Hooker, lecture on insular Floras*, p. 9 (delivered before the British association in 1866: Bericht in Behm's Jahrbuch, 2. S. 191).

23. Das Verhältniss der westindischen zu den übrigen Floren des tropischen Amerikas ergibt sich aus folgenden Ziffern meines Katalogs (Geogr. Verbreitung der Pflanzen Westindiens, S. 80). Nach Ausschluss der Orchideen und Farne wurden nachgewiesen als durch beide Tropenzonen Amerikas verbreitet: 640 westindische Pflanzen; mit dem cisäquatorialen Südamerika bis zum

Isthmus gemeinsam	605	„	„
ubiquitär od. allgemein tropisch (trausoceanisch)	300	„	„
exotisch und eingeführt	156	„	„
mit Mexiko gemeinsam	105	„	„
mit Nordamerika gemeinsam	85	„	„

24. Das Verhältniss der Pflanzen mit holzigen Stämmen zu den übrigen wurde wie 1:1, bei den Arten, die durch das ganze tropische Amerika verbreitet sind, wie 1:3 geschätzt, und davon sind noch die durch die Kultur nach Westindien eingeführten in Abzug zu bringen, deren Anzahl unter den Bäumen etwa auf die Hälfte anzuschlagen ist (das. S. 20).

25. Zu den Familien, bei denen die Lebensdauer des Keims gross und deren Verhältnisszahl unter den durch das ganze tropische Amerika verbreiteten Arten erhöht ist, gehören die Leguminosen, Convolvulaceen, Solaneen, Malvaceen, Gramineen und Cyperaceen (das.).

26. Die westindischen Farne bilden 5 Procent der Gesamtzahl von Gefäßpflanzen, aber nur 2 Procent davon sind endemisch (das. S. 69).

27. Beispiele von verwandten Arten, die entweder nur den nördlichen oder nur den südlichen Wendekreis überschreiten (das. S. 22):

<i>Cuphea viscosissima.</i>	Brasilien — Connecticut	(42° N. B.).
„ <i>hyssopifolia.</i>	Mexiko — Uruguay	(35° S. B.).
<i>Myrsine laeta.</i>	Brasilien — Florida	(30° N. B.).
„ <i>floribunda.</i>	Cuba — Uruguay	(35° S. B.).
<i>Lantana odorata.</i>	Trinidad — Bermudas	(32° N. B.).
„ <i>Camara.</i>	Bahamas — Buenos Ayres	(35° S. B.).

28. Beispiele von Holzgewächsen, welche mit den Kulturpflanzen unter den Tropen transoceanisch verbreitet worden sind (das. S. 14): *Pisonia aculeata*; *Guazuma tomentosa*; *Colubrina asiatica*; *Melia semper-virens*; *Cassia alata* u. *glauca*, *Mimosa asperata*, *Leucaena glauca*, *Acacia Farnesiana*; *Chrysobalanus Icao*; *Hernandia sonora*; *Ximenia americana*; *Capsicum frutescens* u. *baccatum*, *Solanum verbascifolium* u. *torrum*.

29. *Humboldt, essai politique sur l'île de Cuba*, 1. p. 68. Vergl. Note 79 zum Abschnitt über das Waldgebiet des östlichen Kontinents.

30. R. Brown, Pflanzen vom Congo (vermischte Schriften, 1. S. 319. 327).

31. Beispiele von transoceanischen Holzgewächsen und Lianen Westindiens (Geogr. Verbreitung, S. 13).

Küstenpflanzen. Bäume: *Anona palustris*, *Paritium tiliaceum*, *Thespesia populnea*, *Rhizophora Mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus*, *Avicennia nitida* u. *tomentosa*. Sträucher: *Suriana maritima*, *Dodonaea viscosa*, *Drepanocarpus lunatus*, *Hecastophyllum Brownii*, *Sophora tomentosa*, *Scaevola Plumieri*. Lianen: *Guilandina Bonducella*, *Argyreja tiliifolia*.

Gewächse des Binnenlandes. Bäume: *Andira inermis*, *Loucheocarpus sericeus*. Lianen: *Cissampelos Pareira*, *Paullinia pinnata*, *Abrus precatorius*, *Dioclea reflexa*, *Mucuna pruriens* u. *urens*, *Entada scandens*.

32. Die transatlantische Wanderung vom tropischen Amerika nach Afrika ergibt sich aus der systematischen Stellung und geographischen Verbreitung z. B. bei *Paullinia pinnata*, *Drepanocarpus lunatus*, *Hecastophyllum Brownii* (das. S. 10).

33. Charakteristische Pflanzen der Bermudas, die zum Theil die Hauptmasse der dortigen Vegetation bilden, eingewandert aus Westindien: *Juniperus barbadensis* (nach Parlatore, Note 15: *Syn. J. Bermudiana*, ebenso nach Reid in *Lond. Journ. of Bot.*: Jahresb. 1844. S. 67), *Elaeodendron xylocarpum*, *Lantana odorata*, *Rhachicallis rupestris* (nach eigener Vergleichung);

aus Nordamerika: *Sabal palmetto*, *Sporobolus virginicus*, *Sisyrinchium Bermudiana*, *Pteris aquilina*, *Osmunda regalis* (meist nach den Angaben von Rein: Bericht über die Senckenbergische naturforschende Ges. 1870, S. 149).

34. Von den auf eine einzige Insel Westindiens beschränkten Arten lieferten: Cuba 929, Jamaika 275, Dominica 29, die Bahamas 18, S. Vincent 12, Montserrat, Martinique und Grenada je 2 Arten, Guadeloupe, S. Lucia, Antigua und Barbadoes je eine Art (Verbreitung, S. 55).

35. Nach Behm's Jahrbuch (1. S. 115) beträgt das Areal von Westindien, mit Ausschluss von Trinidad und Tabago, und mit Berücksichtigung der um ein Drittel zu hoch angesetzten Grösse von Jamaika (nach Peterm. Mittheil. 16, S. 345) etwa 4200 q. Quadratmeilen. Cuba ist hier zu 2160 Q.-M. angenommen, Jamaika auf 200 Q.-M. zu reduciren.

36. Zu den grössten Gattungen der westindischen Flora gehören folgende (Verbreitung, S. 63: die beigesetzte Ziffer bezieht sich auf die endemischen Arten meines Katalogs, in diesem Falle mit Einschluss von Trinidad): *Epidendrum* (37), *Pleurothallis* (32), *Croton* u. *Rondeletia* (je 31), *Pilea*, *Psychotria* u. *Eupatorium* (je 30), *Eugenia* (29), *Clidemia* (24), *Phyllanthus* u. *Ipomoea* (je 23); typisch sind ferner *Calyptanthus* u. *Calycogonium* (je 13), *Stenostomum* u. *Conradia* (je 12), *Ecostemma* u. *Tupa* (je 11), *Pentarrhiza* (9).

37. Die Verhältnisszahl der dikotyledonischen Arten zu den Gattungen ist (nach Ausschluss der Monotypen) bei den endemischen Arten 3,7:1, bei den nicht endemischen 2,4:1 (das. S. 63).

38. Ein Beispiel klimatischer Analogieen mit nicht amerikanischen Vegetationscentren ist *Curpodiptera*, die der Tiliaceengattung *Berrya* im Monsungebiet am nächsten steht. Ausser den im Texte angeführten Beispielen von Gattungen, die eine Mittelstellung zwischen natürlichen Familien einnehmen, sind noch zu erwähnen: *Lunania*, welche die Samydeen mit den Flacourtiaceen verbindet, und *Spathelia*, die zu den Simarubeen gestellt wird, aber auch der in Afrika und Asien einheimischen Terebinthaceengattung *Boswellia* verwandt ist. Ferner ist *Goetzea* eine anomale Solanee und nur zweifelhaft können *Hypelate* mit den Sapindaceen, *Peltostigma* mit den Rutaceen und *Dacryodes* mit den Terebinthaceen vereinigt werden.

39. Reihe der vorherrschenden Familien (jedoch mit Einschluss von Trinidad: Verbreitung, S. 72): Farne (8), Leguminosen (7—8), Orchideen und Rubiaceen (6—7), Synanthereen (6), Euphorbiaceen und Gramineen (4—5), Melastomaceen und Cyperaceen (3—4), Urticeen und Myrtaceen (über 2), Solaneen und Convolvulaceen (2 Procent). Berücksichtigt man nur die endemischen Arten, so ergiebt sich folgende Reihe: Rubiaceen (8—9), Orchideen (8), Synanthereen (7—8), Euphorbiaceen (7), Melastomaceen (5), Myrtaceen (fast 4), Urticeen (über 3), Gramineen (fast 3), Cyperaceen (2—3), Apocynen und Gesneriaceen (über 2), Farne (2 Procent).

XVII. Südamerikanisches Gebiet diesseits des Aequators.

1. In Cayenne (5° N. B.) herrschen das ganze Jahr östliche Winde, die nur selten nach Nord- und Südost ausweichen (Dove, klimatol. Beiträge, 1. S. 89). Dasselbe Verhältniss wird im Hafen Limon an der Nordostküste von Costarica nachgewiesen (Frantzius, in Zeitschr. f. Erdkunde, 1868. 3. S. 312). Eine solche dauernd übereinstimmende Windesrichtung scheint aber eine nordöstliche, gegen den Passat senkrechte Exposition der Küste zu fordern: wenn diese, wie in Cartagena, nach Nordwesten sich biegt, können die dem Zenithstande der Sonne folgenden Südwestwinde des Binnenlandes das karaibische Meer selbst erreichen.

2. *Humboldt, relation historique*, 1. p. 305.

3. Die kleine Regenzeit (December bis Februar) geht zu Cayenne unmittelbar in die grosse (März bis Juni) über, und nur die Monate Juli bis November haben weniger Niederschläge (Dove, a. a. O.).

4. *Seemann (Hooker, Journal of Botany*: 2: Jahresber. f. 1851. S. 63).

5. *Weddell, voyage dans le nord de la Bolivie*, p. 51.

6. *Humboldt, relation historique*, 2. p. 315.

7. Rich. Schomburgk (Botan. Zeitg. f. 1844. 1845: Jahresber. f. 1844. S. 75).

8. Kittlitz, Vegetations-Ansichten, S. 6.

9. *Martius, Flora brasiliensis*, Landschaftstafeln, z. B. Taf. 8. 9.

10. Rich. Schomburgk, Reisen in britisch Guiana, 3. S. 790 (Jahresb. f. 1848. S. 404).

11. *Grisebach, Flora of the British West-Indian islands*, p. 516.

12. *Humboldt, relat. hist.* 1. p. 606. — 1. p. 437 und 2. p. 414. — 1. p. 372 und 3. p. 571.

13. *Seemann, Narrative of the Voyage of H. M. S. Herald*, 1. p. 223 (Jahresb. f. 1853. S. 26).

14. Humboldt, Ansichten der Natur, 1. S. 150: *relat. hist.* 2. p. 146. 166; 3. p. 4. 31.

15. Kappler, sechs Jahre in Surinam, S. 73. 143; Expedition in's Innere von Guiana (Peterm. Mitth. 8. S. 249).

16. Die Gesträuche der Savanen im Inneren von Guiana bestehen namentlich aus Myrtaceen, Melastomaceen, Rubiaceen, Samydeen, Leguminosen und Verbenaceen (Rich. Schomburgk, Reisen a. a. O.).

17. Otto (Berliner Gartenzeitung f. 1840: Jahresb. f. 1840. S. 460).

18. Nach Acosta findet sich die Schneelinie auf der Sierra Nevada de S. Marta bei 14430', nach Codazzi auf der Sierra Nevada de Merida bei 13970', die Baumgrenze daselbst bei 8300' (Behm's geogr. Jahrb. 1. S. 264).

19. Auf der Silla de Caracas steigen bis 6000' herab *Gaultheria odorata* (Pejoa) und *Befaria ledifolia*, bis 4800' *Vaccinium caracasenum* und

Gaylussacia buxifolia, bis 4200' *Thibaudia pubescens* (Humboldt a. a. O. und *De Candolle Prodromus*, 7).

20. Ericaceen der heissen Region sind in Trinidad *Sophoclesia apophysata*, auf Cuba *Befaria cubensis* u. a.

21. *Weddell, histoire des Quinquinas* (Jahresb. f. 1849. S. 58).

22. Appun, Unter den Tropen, 1. S. 158: die äussersten Niveaugrenzen der Farnbäume liegen in Venezuela nach diesem Reisenden zwischen 1500' und 8000'.

23. Dem cisäquatorialen Südamerika und den Antillen gemeinsam und auf diese beiden Floren beschränkt sind 570 Arten nachgewiesen (Grisebach. geogr. Verbr. der Pflanzen Westindiens, S. 80). Das Verzeichniss der Flora des britischen Guiana bei Rich. Schomburgk (Note 10) enthält 3478 Gefässpflanzen.

24. Grisebach, geogr. Verbr. der Pflanzen Westindiens, S. 43. Es werden hier gegen 50 in Trinidad beobachtete Gattungen nachgewiesen, die, dem Festlande angehörig, auf den westindischen Inseln nicht vertreten sind.

25. *Humboldt, relat. hist.* 2. p. 417. 497. 496. 669.

26. M. Wagner, Vegetationscharakter von Chiriqui (Sitzungsber. der bayerischen Akad. f. 1866: Ber. in Behm's Jahrb. 2. S. 216).

27. *Humboldt, relat. hist.* 1. p. 602.

28. Rich. Schomburgk a. a. O. (Note 22). Das Verzeichniss der Panama-Pflanzen bei Seemann (*the Botany of H. M. S. Herald. Part 3: Jahresb. f. 1853. S. 26*) enthält nur gegen 1200, Humboldt's Sammlung aus Venezuela (*Kunth, nova genera: vergl. Grisebach, genera et species Gentianearum*, p. 36) weniger als 1000 Arten): diese Zusammenstellungen sind daher zu unvollständig, um zu statistischen Vergleichen benutzt zu werden.

29. Das britische Guiana misst 4700 q. Quadratmeilen (Behm's Jahrb. 1. S. 119): das ganze Florengebiet schätze ich auf 33000 Quadratmeilen. Werden 40 Procent als nicht endemische Arten ausgeschlossen und rechnet man die Zahl der in Venezuela und den übrigen Ländern, aber nicht in Guiana beobachteten Pflanzen ebenso hoch, so wird der Reichtum an eigenthümlichen Pflanzen von denen in Mexiko wohl erheblich übertroffen: ich schätze die bisher beschriebenen nicht höher, als auf 3500 Arten.

30. Unter den endemischen Gattungen, von denen aber manche in Brasilien und in den Thälern der Anden wahrscheinlich noch werden nachgewiesen werden, finde ich die atmosphärischen Orchideen (11) am zahlreichsten; dann folgen die Rubiaceen (7), die fast sämmtlich monotypischen Malpighiaceen (6), die Leguminosen (5: davon 2 Sophoreen und 3 Caesalpinieen, sämmtlich monotypisch), die Urticeen (5), Synanthereen (4), Melastomaceen (4); Podostemeen, Apocynaceen und Bignoniaceen (je 3), Euphorbiaceen (2). Die übrigen Familien enthalten nur einzelne Gattungen. Durch ihren Bau ausgezeichnet sind die Sarraceniacee *He-*

liamphora und die anomale, den Myrtaceen verwandte Gattung *Cato-stemma*.

31. Reihe der vorherrschenden Familien von Gefässpflanzen im britischen Guiana bei Schomburgk: Leguminosen (11), Farne (6—7), Orchideen (6), Rubiaceen (5), Melastomaceen (4), Cyperaceen (3—4), Gramineen (3), Synanthereen (3), Euphorbiaceen (2—3), Apocynen, Malpighiaceen, Myrtaceen und Piperaceen (2), Palmen (1—2 Procente).

XVIII. Hylaea.

1. Der Amazonas wird in der Länge seines Thalwegs (750 g. Meilen nach Martius' Reise in Brasilien, S. 1342) wohl vom Nil übertroffen, schwerlich in der Grösse des Stromgebiets (150000 g. Quadratmeilen, das.) und an Wassermasse bei Weitem nicht erreicht. Die durchschnittliche Breite beträgt beinahe eine g. Meile (3—6 engl. Miles nach Wallace, *travels on the Amazon*, p. 137), die Tiefe oberhalb Obidos, halbwegs von der Mündung zum Rio Negro, über 100 Fuss (15 bis 24 Klafter nach Martius a. a. O. S. 1355). Die Wassermasse schätzte Martius an diesem Punkte auf 500000 Cubikfuss in der Sekunde, was nach Wallace (a. a. O. p. 412) nur für den niedrigsten Wasserstand richtig sein soll: durch die Anschwellung des Stroms steigere sich dieser Werth ausserordentlich viel höher.

2. Die südamerikanische Weide (*Salix Humboldtiana*) ist namentlich auf den Inseln des Amazonas häufig (Martius, physiognomische Tafeln zur *Flora brasiliensis*, Taf. 11: Jahresb. f. 1842. S. 428).

3. *Spruce, botanical mission on the Amazon* (Hooker, *Journ. of Botany*, 3. p. 145: Jahresb. f. 1851, S. 69).

4. *Bates, the naturalist on the river Amazon*, p. 444.

5. Niveau des Thalwegs: Ega, etwa in gleichem Abstände vom atlantischen und stillen Meere liegt nur 570' hoch (Martius a. a. O. S. 1349), Tabatinga an der Grenze von Brasilien und Peru 630' (das.); selbst das Thal der Anden, in welchem der Amazonas aus dem See Llauricocha (10° S. B.) entspringt, ist so tief eingeschnitten, dass Tomependa daselbst nur 1160' hoch gefunden wurde (194 Toisen: *Humboldt relat. hist.* 3. p. 208).

6. *Bates*, a. a. O. p. 290. 251. 361. 326—330. 34. 214—218.

7. Dove, Verbreitung der Wärme. Isothermenkarte zu S. 25.

9. *Wallace, travels on the Amazon*, p. 189. 433. 404. 418. 441. 437.

9. *Bates*, a. a. O. p. 174. 301. 172. 39. 29. 37. 297. 125. 335. 216. 218. 162.

10. Martius, Reise in Brasilien, S. 894. 1101. 1259.

11. *Martius, tabula geographica Brasiliae* in dessen *Flora brasiliensis*.

12. Vergl. südamerikanisches Gebiet diesseits des Aequators (2. S. 373).

13. *Humboldt, relation historique*, 2. p. 315.

14. *Spruce, on Insect-migrations in Equatorial America: Journ. of Linn. soc. Zoology*, 9. p. 348.

15. *Agassiz (Journey in Brazil, p. 335: Jahresb. in Behm's geogr. Jahrb., 3, S. 203)* unterscheidet die Palmen der *Hylaea* nach ihren Blattstellungen: am eigenthümlichsten ist die zweizeilige Stellung der *Bacaba*-Palme von Para (*Oenocarpus distichus*).

16. *Humboldt, Ansichten der Natur*. 3. Aufl. 1. S. 14.

17. *Martius, physiognomische Tafeln in der Flora brasiliensis*, Taf. 9: Jahresb. f. 1841. S. 460.

18. *Bates, a. a. O. p. 202. Spruce (a. a. O.: Note 14)* nennt diese Capoes am Rio Negro und Casiquiare niedrige oder weisse Wälder (*low or white forests*) und führt sie auch unter dem Namen *Catingas* auf, worunter jedoch im südlichen Brasilien die ganz verschiedene Bildung der Savanenwälder verstanden wird, die in der trockenen Jahreszeit ihr Laub verlieren.

19. *Agassiz a. a. O. p. 504.*

20. Nach den am Amazonas von *Martius* gesammelten, jedoch sterilen Exemplaren habe ich in der brasilianischen Sarsaparille *Smilax papyracea Duh.* erkannt (*Grisebach, Smilacae brasilienses in Martius, Flora brasiliensis*). Später hielt *Seemann* diese Art mit *S. officinalis Humb.* aus Neu-Granada und mit *S. medica Schlecht.* aus Mexiko für identisch, deren Wurzeln sich jedoch durch ihre Längsfurchen von den ersteren unterscheiden.

21. *Gardner, travels in the Interior of Brazil*. Deutsche Ausgabe, 2. S. 368.

22. *Spruce, Insect-migrations, a. a. O. p. 352*: Beispiele von Bäumen, die längs des ganzen Stromlaufs von den peruanischen Anden bis zur Mündung, namentlich im *Ibago*, vorkommen, sind (ausser *Salix Humboldtiana*) die Myrtacee *Couroupita guianensis*, die Cinchonee *Enkylista*; von den dem Orinoko und Amazonas gemeinsamen Uferbäumen gehören zu den häufigsten *Inga splendens* und *I. corymbifera*, von Palmen *Maritima regia*.

23. Ein charakteristisches Beispiel von den nach den Waldformationen vikariirenden Arten derselben Gattung bietet die den Cecropien verwandte Urticee *Pourouma*, von der *P. cecropifolia* die mittleren Thalabschnitte des Rio Negro, sowie die Gegenden des *Japura* und *Solimoes*, *P. retusa* das Mündungsgebiet des Rio Negro und *P. apiculata* die Wälder am *Uaupes* bewohnt (*Spruce a. a. O. p. 350*).

24. *Poeppig, Reise in Chile, Peru und auf dem Amazonenstrom*, 1. S. 462.

25. Die Familien, welche Martius (a. a. O. S. 1374) als die artenreichsten der Hylaea zusammenstellt, sind folgende: Leguminosen (namentlich Caesalpinieen und Mimoseen), Melastomaceen, Myrtaceen, Sapindaceen, Malpighiaceen, Loranthaceen, Rubiaceen, Apocynen, Bignoniaceen, Solaneen, Laurineen, Myristiceen, Euphorbiaceen, Urticeen, Piperaceen, Bromeliaceen, Aroideen, Palmen. Als charakteristisch sind ferner zu bezeichnen die Bombaceen, Guttiferen und Vochysiaceen. Den Umfang der Hylaea schätze ich auf 25000 Quadratmeilen, und nach Massgabe der Spruce'schen Sammlung die Zahl der bisher bekannt gewordenen, endemischen Pflanzen auf 2000 Arten.

26. Die endemischen Gattungen von Melastomaceen sind: *Opisthocentra*, *Microphysia*, *Myrmidone*, *Heteroneuron* und *Myriaspora*; von Malpighiaceen: *Burdachia*, *Glandonia* und *Clonodia*; von Palmen: *Hyospathe*, *Leopoldinia* und *Lepidocaryum*. Durch eigenthümlichen Bau ausgezeichnet sind mehrere Melastomaceen mit hohlen Anschwellungen des Blattstiels, deren physiologische Bedeutung noch näher zu erforschen ist: hier am zahlreichsten, sind diese Bildungen auch den feuchten Klimaten Guianas und der brasilianischen Ostküste nicht fremd. Ferner sind als endemische Monotypen von anomaler Struktur oder zweifelhafter Verwandtschaft bemerkenswerth: die Ochnacee *Wallacea*, die neuerlich zu den Rosaceen gestellte *Euphronia*, die mit der afrikanischen *Napoleona* verwandte Myrtacee *Asteranthus* und die von den Sapoteen vielleicht zu entfernende *Labatia*.

27. *Wallace* hat von 48 am Amazonas beobachteten Palmen physiognomische Zeichnungen geliefert und ihre Benutzung angegeben (*Palm-trees of the Amazon*. 1853).

XIX. Brasilien.

1. Die Pflanzen aus dem südlichsten Brasilien, welche ich verglichen habe, und wonach die dortige Küstenflora in ihren Hauptzügen mit der von Rio de Janeiro übereinstimmt, wurden auf der Insel S. Catherina (28° S. B.) von Macrae, und zu Porto Allegro (30° S. B.) von Fox gesammelt.

2. Niemeyer, die Kolonie Donna Franciska (Peterm. Mitth. 8. S. 438).

3. In Tucuman (27° S. B.) ist der Regenfall auf die Monate Oktober bis April eingeschränkt, aber auch der feuchteste Monat, der November, hatte nur 8 Regentage (Burmeister in den Abhandl. der Haller naturf. Gesellsch. 6. S. 100). In den Ebenen von Gross-Chaco scheint der Sommerregen mit tropischer Intensität aufzutreten (*Moussy, description de la confédération argentine*, p. 391). An den oberen Zuflüssen des Rio Ver-

mejo (in der argentinischen Provinz Salta) dauert die tropische Regenzeit vier Monate und der Tropenwald ist daselbst ausgebildet (das. p. 423).

4. Gardner, *travels in the Interior of Brazil*. Deutsche Ausg. 2. S. 344: Jahresb. f. 1853. S. 33. Die höchste Erhebung der Serra do Mar (im Orgelgebirge der Provinz Rio de Janeiro) beträgt nach Gardner 7500' engl.

5. Die mittlere Höhe der Campos wird auf mehr als 2000' geschätzt (Jahresb. f. 1853. das.); in der Provinz S. Paulo beträgt sie nach St. Hilaire 2500' engl. (*Ann. sc. nat.* III. 14: Jahresb. f. 1850. S. 65).

6. Nach Martius (Reise in Brasilien, S. 456) beträgt die Höhe des Itambe, des höchsten Bergs im Bereiche der Campos, 5590': nach anderen Quellen soll die Erhebung desselben noch beträchtlicher sein (Tschudi, Minas Geraes, in Peterm. Mitth. Ergänzungsheft 9, S. 4).

7. Foetterle, geologische Uebersichtskarte von Südamerika (Peterm. Mitth. f. 1856. Karte 11). Dass die hier als brasilianischer Sandstein bezeichnete Formation im nördlichen Theile der Campos ein Kreidebecken bildet, wurde schon von Gardner (a. a. O. 1. S. 240) nachgewiesen, wogegen die südlichen Hochlande mit ihrem Itakolumit oder den Grauwacken und Thonschiefern in der älteren Uebergangsperiode gehoben wurden.

8. Burmeister, *Reise nach Brasilien*, S. 323. 253. 101. (Jahresb. f. 1853. S. 31. 34).

9. Martius *Reise*, S. 141; Gardner a. a. O. 1. S. 39. 14.

10. Martius, *tabula geographica Brasiliae* in dessen *Flora brasiliensis*.

11. Gardner a. a. O. 1. S. 178; Dove, klimatologische Beiträge, 1. S. 90: die Regenmenge betrug in Pernambuco während eines Jahres 106", wovon 53" in den Monaten vom April bis Juli fielen.

12. St. Hilaire, *voyages dans l'intérieur du Brésil*, 2. p. 101.

13. Martius, *Reise*. S. 465. 526. 324. 757. 167. 207. 395. 563. 848.

14. St. Hilaire in *Nouv. Annales des voyages, 1847*: Jahresb. f. 1847. S. 50.

15. Gardner a. a. O. 2. S. 7. 107. 235. — 1. S. 211. 112. — 2. S. 338. 278.

16. St. Hilaire in *Ann. sciences natur.* III. 14: Jahresb. f. 1850. S. 65.

17. Humboldt, *relation historique*, 2. p. 45.

18. St. Hilaire, *voyages*, 2. p. 101. 416. Die Bäume der Catingas, an denen die Belaubung vor dem Eintritt der Regenzeit beobachtet wurde, waren namentlich eine Myrtacee (*Eugenia dysenterica*), eine Euphorbiacee (*Iatropa opifolia*) und eine Leguminose.

19. Zu S. 401 Martius, *Reise*, S. 718; Gardner a. a. O. 1. S. 270.

20. Martius, die Florenreiche, S. 36 u. f. (Jahresberichte der bayerischen Gartenbau-Gesellschaft f. 1865).

21. Nach Dove's Monatsisothermen und Temperaturtafeln beträgt

die Januarwärme in Rio (23° S. B.) 21° R., unter 30° S. B. 20° R.; und die Juliwärme in Rio 16° R., unter 30° S. B. 14° R.

22. *Weddell* (*Annales sc. naturelles*, III. 13: Jahresh. f. 1850. S. 67).

23. *Martius* führt an, dass zwei Cocos-Arten den nördlichen (*C. capitata* und *coronata*), zwei den mittleren (*C. flexuosa* und *campestris*) und wiederum zwei den südlichen Abschnitt der Campos bewohnen (*C. australis* und *Batai*); die beiden letzteren erreichen ihre Südgrenze erst in der Pampas-Flora (unter 36° S. B.: *Martius*, Florenreiche a. a. O.).

24. Das Jacarandaholz wird in Frankreich Palisander, in England Rose-wood genannt: vom deutschen Rosenholz (Tulip-wood der Engländer) ist es verschieden. Nach *Allemao* (*Bentham*, *Dalbergiaceae* p. 36: in *Journ. Linn. soc. Supplement*) stammt das Jacaranda grösstentheils von *Dalbergia nigra*: von *Tschudi* (Reisen durch Südamerika 3. S. 84: Jahresh. in *Behm's geogr. Jahrb.* 3. S. 204) wird die verwandte *D. miscolobium* als Jacaranda bezeichnet. Nach *Martius* (Florenreiche, S. 39) ist das Jacaranda-tan, eine besondere Sorte des Jacaranda, das Holz von *Machaerium legale* und *M. Allemani* (vergl. Jahresh. f. 1853, S. 31); das Zebraholz kommt von *Centrolobium robustum*.

25. *Rugendas*, malerische Reise in Brasilien.

26. *Martius*, *tabulae physiognomicae* zu dessen *Flora brasiliensis*.

27. *Weddell* in den *Annales des sc. naturelles*, III. 11: Jahresh. f. 1849. S. 57.

28. Angaben über die Vegetationsformen der brasilianischen Wälder, nach den im Texte erläuterten Formationen geordnet:

Matovirgem der Küstenlandschaften.

Tiefland. Lorbeerform (Myrtaceen: *Lecythis*, *Bertholletia*); Tamarindenform; Palmen (*Astrocaryum Ayri*). Abhänge der Serra di Mar. Tamarindenform; Lorbeerform (Myrtaceen, Laurineen, Rubiaceen, Sapoteen, Melastomaceen); Bombaceenform (Urticeen: *Cecropia*); Farnbäume; Palmen (*Euterpe oleracea*); Bambusen; Epiphyten (Aroideen, Orchideen, Bromeliaceen, Farne); Lianen (Malpigiaceen, Bignoniaceen, Asclepiadeen, Dilleniaceen: *Davilla*, Ranunculaceen: *Clematis*, Euphorbiaceen: *Anabaena*); Strauchformen (Piperaceen, Leguminosen, Rubiaceen, Euphorbiaceen, Verbenaceen, Rutaceen, Melastomaceen); Scitamineenform; Stauden (Begoniaceen, Acanthaceen, Gesneriaceen); Zwiebelgewächse (*Amaryllis*); Cyperaceen; Gräser (vergl. *Martius*, *tab. physiogn. 1*: Jahresh. f. 1841. S. 455).

Capoes. Lorbeerform (Myrtaceen, Vochysiaceen, Anonaceen, Laurineen, Styraceen, Rubiaceen, Apocynen, Udicinen, Combretaceen, Euphorbiaceen, Samydeen, Polygoneen, Melastomaceen); Tamarindenform (Leguminosen: *Inga*, Terebinthaceen. *Schinus*, Sapindaceen: *Cupania*); Lianen; Epiphyten (vergl. *Martius* a. a. O. 2; *Gardner* a. a. O. 2. S. 223).

Pantanales. Palmen (im Ueberschwemmungsgebiet *Cocos capitata*, *Copernicia*; ausserhalb desselben *Euterpe oleracea*, *Oenocarpus Bacaba*, *Iriartea exorrhiza*, *Mauritia*); Lorbeerform (Myrtaceen, z. B. *Eugenia cauliflora*); Bromelienform; Lianen, Epiphyten (Weddell in *Ann. sc. nat.* III. 11 und 13: Jahresb. f. 1849, S. 57. 1850. S. 69).

Catingas. Von Baumformen werden namentlich erwähnt:

in Bahia Bombaceen: *Cavanillesia*, *Chorisia*, Terebinthaceen: *Bursera*, *Spondias*, Leguminosen: *Caesalpinia*, *Erythrina*, Euphorbiaceen: *Cnidocolus*, Palmen: *Cocos coronata* (Martius. *tab. phys.* 10.: Jahresb. f. 1842. S. 429; Reise, S. 611);

in Ceara Mimoseen, Combretaceen, Chrysobalaneen (Gardner, Reise 1. S. 196);

in Goyaz Vochysiaceen: *Qualea*, *Salvertia*, *Vochysia*, Leguminosen: *Commilobium*, Synanthereen: die Vernoniacee *Alberinia* (Gardner: Jahresb. f. 1848. S. 412);

in Minas Leguminosen: *Acacia*, *Andira*, *Copaifera*, Urticeen: *Ficus*, Bombaceen: *Chorisia*, *Bombax*, Bignoniaceen: *Jacaranda*, Palmen: *Cocos capitata* (Martius' Reise, S. 499. 511);

an den Ufern des Francisco Leguminosen und ein Säulen-Cactus von 20—30 Fuss Höhe (Gardner a. a. O. 1. S. 143);

am Fuss der bolivischen Anden Bombaceen: *Chorisia*, Palmen: *Trithrinax brasiliensis* mit einem Säulen-Cactus.

Pinheiros. *Araucaria brasiliensis*.

Palmenwald von Gr. Chaco. *Copernicia cerifera*.

Capoeiras. Baumformen (Urticeen: *Celtis*, Verbenaceen: *Aegiphila*, Laurineen, Malpighiaceen, Boragineen: *Cordia*, Tiliaceen: *Sloanea*); Sträucher (Verbenaceen: *Lantana*, Synanthereen, Solaneen, Euphorbiaceen: *Croton*); Lianen (Malpighiaceen); Farne: *Pteris caudata*; Gräser: *Melinis minutiflora* (Martius *tab. phys.* 6.: Jahresb. f. 1841. S. 459; Gardner, Reise. 2. S. 278).

29. Tschudi, Reisen durch Südamerika, 2. S. 210: Jahresb. in Behm's geogr. Jahrb. 3. S. 204.

30. Martius, *tab. physiogn.* 10: Jahresb. f. 1842. S. 429. Gardner bemerkt, dass den in der trockenen Jahreszeit entlaubten Bäumen der Catingas von Piahy gegenüber nur eine Rhamnee (*Zizyphus*) die Blätter daselbst bewahrt (Reise, 2. S. 31).

31. Martius, *das. tab.* 8.: Jahresb. f. 1841. S. 460.

32. Martius, Reise, S. 456. Die Bäume auf dem Gipfel des Itambe bestanden aus einer Ochnacee (*Ochna*), einer Synantheree (*Lychnophora*) und einer Laurinee (*Ocotea*).

33. Gardner, a. a. O. 2. S. 233.

34. Martius, Florenreiche, S. 46.

35. Das Areal Brasiliens umfasst 152000 q. Quadratmeilen (Behm's geogr. Jahrb. 1. S. 117). Schliesst man die aequatorialen Provinzen aus,

so bleiben doch noch mehr als 120000 g. Quadratmeilen übrig, ein Gebiet, aus dem die bis jetzt bekannt gewordenen, endemischen Arten im Texte auf 10000 geschätzt wurden (eine etwas grössere Verhältnisszahl, als in der Hylaea).

36. *Burchell* (*Hooker's Botanical miscellanies*, 2. p. 131). Die artenreichsten Familien seiner Sammlung, welche aus Brasilien 7000 Arten enthält, bilden nach seiner Angabe folgende Reihe: Synanthereen, Gramineen, Rubiaceen, Malvaceen, Melastomaceen, Myrtaceen, Leguminosen, Orchideen, Terebinthaceen, Euphorbiaceen, Cyperaceen, Aroideen, Malpighiaceen, Acanthaceen, Bignoniaceen, Convolvulaceen, Apocynen, Scrophularineen, Solaneen, Scitamineen, Guttiferen, Bromeliaceen, Urticeen u. s. w.

XX. Flora der tropischen Anden Südamerikas.

1. *Philippi*, *Florula atacamensis*, p. 3 (in dessen Reise durch die Wüste Atacama).

2. *Weddell*, *Voyage dans le nord de la Bolivie*, p. 51: nach Weddell reicht das trockene Klima Perus nordwärts fast bis Tumbez, bei Payta (5° S. B.) ist der wüste Charakter der Küste noch vollständig ausgebildet. Humboldt (in Berghaus' Länder- und Völkerkunde, 1. S. 579) bezeichnete als klimatischen Wendepunkt den Hügel von Amotape zwischen Punta Pariña und Kap Blanco.

3. *Raimondy* (in *Paz Soldan, geografia del Peru*) p. 595. 150.

4. Temperatur der Humboldt-Strömung bei Callao (12° S. B.):

	Meerwasser	Luft	
Anfang Nov.	12°,4	— 18°,2	(Humb. a. a. O. 1. S. 576).
26. Febr. — 4. März.	15°	— 16°,2	(<i>Duperrey, Voyage autour du monde Hydrogr.</i> p. 162).
20. Juni	15°	— 14°,6	} Dirckinck, nach Berghaus a. a. O. 1. S. 586).
9. Aug.	13°,7	— 12°,9	

5. In der westlichen Sierra (4000'—11500' der westlichen Abdachung der Küstenkordillera von Peru) beginnt die Regenzeit im Oktober (*Raimondy* a. a. O. p. 136).

6. *Tschudi*, Untersuchungen über die *Fauna peruana*, Einleitung (Jahresb. f. 1844. S. 79 u. f.). Die am höchsten ansteigenden Bäume der Anden gehören zu der Rosaceengattung *Polylepsis*; sie werden gewöhnlich nicht über 10 Fuss hoch, bei Tacna und Cuzko wurde *P. tomentella* sogar bis 13800' beobachtet (*Weddell, Chloris andina*. 2. p. 237).

7. *Resumen de las observaciones meteorologicas hechas en Lima durante 1869*, por *M. Rouaud y Paz-Soldan*:

Regenfall in Lima im J. 1869 = 12,6 Zoll (340^{mm}, wovon in den Monaten Juni bis Oktober 62^{mm}, 3; 69^{mm}, 2; 63^{mm}, 3; 59^{mm}, 3; 54^{mm}, 8). (pag. 18).

Regentage 141; kein Niederschlag in den Monaten Januar bis April. (pag. 18).

Mitteltemperatur nach vierjähr. Beob. 15^o,4 R. (pag. 10).

Temp. des wärmsten Monats im J. 1869: Januar = 18^o,8 R.

„ „ kältesten „ „ „ Juli = 11^o,4 R. (pag. 9).

Auf der Hochebene von Bolivien beträgt die Jahrestemperatur zu La Paz (11500') ungefähr 8^o R.: aber da der Unterschied der Insolation bei Tage und der nächtlichen Strahlung sehr bedeutend ist, so liegen die beobachteten Temperaturextreme (18^o,4 und — 5^o,6) etwa 23^o aus einander (Weddell, *Voyage dans le nord de la Bolivie*, p. 137).

8. *J. Jameson*, a botanical excursion on the Chimborazo (*Lond. Journ. of Bot.* 1845: Jahresb. f. 1845. S. 51): an der Westseite der westlichen Kordillere von Ecuador bildet zwischen 12200' und 13100' *Polylepis lanuginosa* den höchsten Gürtel von stammbildenden Holzpflanzen. In der westlichen Sierra von Peru finden sich drei, jedoch nur selten vorkommende Bäume bis 12670': nämlich *Polylepis racemosa* (Quinuarbaum), *Sambucus peruviana* und *Buddleja incana* (Raimondy a. a. O. p. 136).

9. *De Candolle*, *géographie botanique*, p. 812: Weddell bezweifelt zwar die Spontanität der Kartoffel, aber nur, weil er sie nicht selbst angetroffen, wogegen Pavon und Andere dies ausdrücklich versicherten (vergl. Hooker, *Fl. antarct.* p. 330).

10. *M. Wagner*, naturwissenschaftliche Reisen im tropischen Amerika, S. 474.

11. *Karsten*, Reiseskizzen aus Neu-Granada (*Zeitschr. f. Erdkunde.* 1862. 13. S. 125).

12. *Weddell*, *histoire naturelle des Quinquinas*: Jahresb. f. 1849. S. 58.

13. *Humboldt*, Naturgemälde der Tropenländer, S. 36. 159. 73.

14. *Philippi*, Reise durch die Wüste Atacama, S. 30. 47 und Tafel 12.; S. 59.

15. Die einzigen Baumarten auf der westlichen Sierra von Peru (4000' — 11500') sind *Buddleja incana*, *Sambucus peruviana* und *Polylepis racemosa*, von denen die beiden letztern bis 13500' ansteigen (*Raimondy*, a. a. O. p. 136); in der östlichen Sierra tritt zu diesen noch *Prunus Capuli* (das. p. 142): an den Flussufern in beiden Landschaften *Salix Humboldtiana*; in der Küstenregion (0' — 4000') finden sich Algaroben (*Prosopis*), *Schinus*, *Camponanisia cornifolia* (Parillo), *Vasconcellea* (*Curica integrifolia* Raim.), *Alnus acuminata*; von Sträuchern werden als sociell *Baccharis Feuillei* und *Tessaria legitima* erwähnt (das. p. 132). — Dass unter den Sträuchern die Ericaceen auf die feuchte Ostseite der peruanischen Anden eingeschränkt sind, wird ebendasselbst angeführt, die alpinen Arten bestehen aus *Gaultheria* 2 sp., *Befuria* 1 sp. und Vaccinieen (*Gaylussacia*, *Macleania*, *Vaccinium* 2 sp.); die Höhen der Baumgrenzen bewohnen

2 Arten der Vacciniee *Thibaudia* (p. 144). — Von Bäumen der Cinchonenregion werden fast nur Rubiaceen genannt (*Cinchona*, *Buena*, *Lasionema*, *Condaminea*), sodann eine Proteacee (*Rhopalu peruviana*: die zweite Proteacee *Oreocallis grandiflora* ist strauchförmig), eine Palme (*Oreodoxa frigida*), Farnbäume; weiter abwärts erscheinen *Cecropiu peltatu* und *Clusia* (p. 145).

16. Von arktisch-alpinen Gattungen aus der alpinen Region der süd-amerikanischen Anden sind (nach *Weddell's Flora andina*) bekannt geworden: von *Senecio* 122 Arten, *Gentiana* 59, *Bartsia* 31, *Valeriana* 29, *Erigeron* 22, *Ranunculus* 18, *Alchemilla* 13, *Plantago* 12. Von *Astragalus* führt *Weddell* 21 Arten an.

17. Vergl. *Hylaea* (2. S. 392).

18. *Grisebach*, die Wirksamkeit *Humboldt's* im Gebiete der Pflanzengeographie, S. 14.

19. In der Breite des Sees von *Titicaca* fand *Weddell* am Ostabhang der bolivischen Anden (in *Yungas*) die am höchsten ansteigenden Farnbäume und Palmen in demselben Niveau von 6700' (*Voyage dans le nord de la Bolivie*, p. 337).

20. *M. Wagner*, Reisen im tropischen Amerika, S. 548. 583.

21. Das Niveau der Regionen in den peruanisch-bolivischen Anden beruht, wo nicht eine besondere Quelle angeführt wird, auf den Angaben *Tschudi's* (Untersuchungen über die *Fauna peruana*: Jahresb. f. 1844. S. 79), welche unverändert in die Darstellung *Raimondy's* übergegangen sind. Diese wahrscheinlich nur approximatischen Messungen beziehen sich auf englisches Fussmass, welches hier, wie in allen übrigen Fällen, in abgerundete Werthe nach Pariser Fuss verwandelt wurde.

22. *Pissis* (nach *Behm's* geogr. Jahrb. 1. S. 266): diese Messung der Schneegrenze bezieht sich auf den *Sorata* (*Illampu*), den höchsten Gipfel der Anden (23280' unter 16° S. B.); am *Sahama* (21600' unter 20° S. B.) wurde die Schneegrenze von *Pentland* 17380' hoch gefunden (das.).

23. *Weddell*, *voyage dans le nord de la Bolivie*, p. 321. 344.

24. Nach *Munro's* *Bambuseae* (*Linnean Transactions*, 26. p. 61).

25. *Weddell*, *Chloris andina*, 1. p. 113; *Voyage dans le nord de la Bolivie*, p. 321.

26. Mexikanisches Gebiet, S. 331.

27. *Tschudi*, Reisen durch Südamerika, 5. S. 369.

28. *Poeppig*, Reise in Chile, Peru und auf dem Amazonenstrom, 2. S. 7. 159.

29. Ueber *Salix Humboldtiana* vergl. *Hylaea*, Note 2.

30. *Tschudi*, Reisen a. a. O. 5. S. 53. 108. 191. 235: Bericht in *Behm's* Jahrb. 3. S. 206.

31. Beispiele antarktischer Arten auf den tropischen Anden Südamerikas: *Drimys Winteri* (Neu-Granada bis Feuerland, 10° N. B. — 54° S. B.); *Gunnera chilensis* (Venezuela bis Chonos-Archipel, 10° N. B. —

46° S. B.); *Saxifraga magellanica*, *Syn. S. cordillerum* Prl. (Ecuador, 10000'—14800', bis Magellanstrasse, 0°—52° S. B.); *Azorella glebaria*, *Syn. Bolax Comm.* (Bolivien nach Tschudi bis Feuerland, 18° S. B. — 54° S. B.); *Oreomyrrhis andicola* (Neu-Granada bis Falklands-Inseln, 10° N. B. nahe der Schneegrenze — 52° S. B.); *Desfontainea spinosa* (Ecuador 11000' — Statenisland, 0° — 54° S. B., aber in den unbewaldeten Theilen der Anden Chiles fehlend).

32. Die Verwandtschaft der Floren von Peru und Chile spricht sich in einer Reihe von Gattungen aus, die für die tropischen und extratropischen Abschnitte gemeinsam endemisch sind; namentlich gehören dahin von Malvaceen *Palava*, Tiliaceen *Vallea*, Malpighiaceen *Dinemandra*, Geraniaceen *Wendtia*, *Balbisia* (*Ledocarpum*), *Rhynchotheca*, Rhamneen *Retinilla*, *Trevoa*, Sapindaceen *Llaguinoa*, Leguminosen *Adesmia*, Rosaceen *Kageneckia*, Umbelliferen *Mulinum*, Bignoniaceen *Ecremocarpus*, Solaneen *Fabiana*, *Dolia*, *Alibrezia*, Gentianeen *Desfontainea*, Orchideen *Chloraea*, Smilaceen *Luzuriaga*. Vergl. Note 34.

33. Von den in *Weddell's Chloris andina* bearbeiteten, dikotyledomischen Gattungen enthalten (nach Ausschluss der daselbst mit aufgenommenen Arten aus Chile und Venezuela) folgende mehr als 12 Arten: von Synanthereen *Senecio* 83, *Baccharis* 23, *Werneria* und *Erigeron* 16, *Diplostegium* 15, *Culcitium* 12; Valerianeen *Valeriana* 20, *Phyllactis* 13; Gentianeen *Gentiana* 57; Solaneen *Solanum* 13; Scrophularineen *Bartsia* 30, *Catceolaria* 23; Rosaceen *Alchemilla* 13; Leguminosen *Astragalus* 16, *Lupinus* 15; Malvaceen *Malvastrum* 16; Berberideen *Berberis* 12; Ranunculaceen *Ranunculus* 14.

34. Beispiele alpiner Gattungen der Anden diesseits und jenseits des südlichen Wendekreises (nach *Weddell's* nur die alpine Region berücksichtigender *Chloris andina*):

<i>Mutisia</i>	enthält auf den tropischen Anden	9,	in Chile	10	Arten;
<i>Perezia</i>	„ „ „ „	11,	„	10	„
<i>Senecio</i>	„ „ „ „	83,	„	36	„
<i>Espeletia</i>	„ „ „ „	5,	in Venezuela	6	Arten;
<i>Valeriana</i>	„ „ „ „	20,	in Chile	9	Arten;
<i>Ourisia</i>	„ „ „ „	6,	„	6	„
<i>Calceolaria</i>	„ „ „ „	23,	„	11	„
<i>Plantago</i>	„ „ „ „	8,	„	4	„
<i>Azorella</i>	„ „ „ „	9,	„	9	„
<i>Acaena</i>	„ „ „ „	7,	„	9	„
<i>Astragalus</i>	„ „ „ „	16,	„	5	„
<i>Adesmia</i>	„ „ „ „	6,	„	7	„
<i>Ozalis</i>	„ „ „ „	8,	„	4	„
<i>Ranunculus</i>	„ „ „ „	14,	„	4	„

35. *Weddell's Chloris andina*, Vol. 1 und 2 enthält den grössten Theil der Dikotyledonen, indem fast nur die apetalischen Familien noch nicht bearbeitet sind. In diesen beiden Bänden sind beinahe 1200 Arten

aus der alpinen Region beschrieben, unter denen aber, da auch die Anden Chiles und die Silla von Caracas berücksichtigt sind, nur etwa 900 Arten (895 zähle ich) aus dem tropischen Antheil der südamerikanischen Anden enthalten sind. Hierauf beruht meine Schätzung der bis jetzt beschriebenen 1200 alpinen Arten der Andenflora.

36. Mehr als 5 endemische Gattungen finde ich bei den Synanthereen (19), Orchideen (12), Solaneen (6), Melastomaceen (6); dann folgen mit 4 eignen Gattungen die Cruciferen und Ericaceen, mit 3 die Scrophularineen und Rubiaceen. Merkwürdigere endemische Gattungen sind ausser den im Texte genannten: die Geraniacee *Hypseocharis*, die Rosacee *Polylepis*, die Proteacee *Oreocallis*, die Palme *Morenia* u. a.

37. Humboldt's Sammlung aus der alpinen Region von Ecuador (vergl. *Grisebach, Genera et species Gentianearum*, p. 43) enthält 575 Arten, von denen die vorherrschenden Familien folgende Reihe bilden: Synanthereen (22), Gramineen (10), Scrophularineen (6), Solaneen, Labiaten und Leguminosen (je 4), Rubiaceen ($3\frac{1}{2}$), Melastomaceen, Orchideen und Euphorbiaceen (je 3 Procent). — In der Sammlung Jameson's vom Chimborazo (von 250 Arten, die über dem Niveau von 11000' vorkommen: Jahresb. f. 1845 S. 51) ist die Reihenfolge der Familien folgende: Synanthereen (12), Scrophularineen (6), Gramineen und Rosaceen ($4\frac{1}{2}$), Leguminosen, Gentianeen, Umbelliferen und Cruciferen (je 3 Procent). — Weddell's grösste Familien, unter denen die Gramineen ausfallen, bilden folgende Reihe: Synanthereen (330 Arten, also jedenfalls, wie bei Humboldt, über 20 Procent), Scrophularineen, Gentianeen, Rosaceen, Leguminosen, Valerianeen, Solaneen, Ericaceen, Umbelliferen, Malvaceen, Rubiaceen.

38. Humboldt's Sammlung aus der Cinchononregion von Neu-Granada (a. a. O. p. 42) enthält nur 182 Phanerogamen: die grössten Familien sind die Melastomaceen, Orchideen, Solaneen, Monimieen, Piperaceen, Gramineen, Gesneriaceen, Synanthereen, Aroideen, Ericaceen, Araliaceen und Oxalideen.

XXI. Pampasgebiet.

1. Temperaturmessungen aus dem Pampasgebiet.

	Mitteltemperatur		Sommer	Winter	
Tucuman (27° S. B., 1360' hoch).	16°;5;	22°;	9°;3.	} Burmeister in Abhandl. der Haller naturf. Gesellsch. 6. S. 104.	
Parana (32° „ „ am Parana).	15°;7;	20°;7;	10°;6.		
Mendoza (33° „ „ 2350' hoch).	13°;2;	19°;	6°;7.		
Montevideo (35° S. B., am Meer).	13°;4;	17°;4;	9°;4 (<i>Moussy, description de la confédération argentine</i> , 1. p. 347).		
Buenos Ayres (35° „ „ „).	14°;	15°;8;	9°;4 (<i>Parish, Buenos Ayres</i> , p. 347).		

2. Regenfall im Pampasgebiet.

Montevideo. Regenmenge 40"; Regentage 57, davon Gewitter 36 (<i>Moussy a. a. O.</i> 1. p. 366).
Parana. „ 30"; „ 47, „ „ 32 (<i>Burmeister a. a. O.</i> S. 72. 75).
Mendoza. „ 8";5; „ 37, „ „ 19 (<i>das. S. 31. 38</i> ; 14 Gewitter wurden 1852 in den Monaten December bis Februar beobachtet).

Diese Werthe beziehen sich indessen nur auf kurze Perioden und die Regenmenge ist je nach der Häufigkeit der Gewitter in verschiedenen Jahren höchst ungleich. In einem Zeitraum von 7 Jahren wechselte der jährliche Regenfall zu Buenos Ayres zwischen 17" und 51" (*Burmeister in Peterm. Mitth.* 10. S. 9).

3. Vergl. Nordamerikanisches Waldgebiet, Note 27.

4. *Moussy, description de la confédération argentine*, 1. p. 363. 249. 527. 243.

5. *Burmeister, Reise durch die La-Plata-Staaten*, 1. S. 179. 391 133. 96. 221. — 2. S. 204. 68. 143. 48.

6. *Darwin, Journal of researches*. Deutsche Ausgabe, 1. S. 52. 71. 77. 187. 210.

7. *A. St. Hilaire, voyage au Brésil (Mém. du Musée*, 10. p. 369).

8. *Azara, voyages dans l'Amérique méridionale*, 1. p. 34.

9. *Miers, travels in Chile and La Plata*, 1. p. 103. 77. 239.

10. Als tropische Formationen ausserhalb der Grenzen des Pampasgebiets, die eine Zenithregenzeit anzeigen, betrachte ich im Gegensatz zu den bewaldeten Theilen der Chanarsteppe den dicht verwachsenen, von Lianen und Epiphyten erfüllten Wald Brasilens, die Savanen mit hohem Graswuchs und die Bestände der Wachspalme (*Copernicia cerifera* auf dem Sumpfboden von Gross-Chaco). Nach dieser Auffassung können folgende Angaben auf die vom atlantischen Meere zu den Anden bogenförmig verlaufende Nordgrenze des Pampasgebiets bezogen werden:

30° S. B. Porto Allegro am atlantischen Meer (vergl. Brasilien, Note 1).

27° S. B. Tropenwald am Parana bei Itaty an der Südgrenze von Paraguay oberhalb Corrientes (*Orbigny, Voy. dans l'Amérique mérid.* 1. p. 193). Dagegen ausgedehnte Grassteppe in Entrerios, mit Mimoseenwaldung abwechselnd (*das. p. 435*); in Paraguay Savanen mit Graswuchs von 6 bis 7 Fuss Höhe (*Rengger, Reise nach Paraguay*, S. 14), die Höhenzüge immergrün bewaldet, die Regenzeit dem Zenithstande der Sonne

folgend (das. S. 66, 76), die Wälder von Lianen erfüllt (*Page, La Plata*, p. 109).

26^o S. B. Am Rio Bermejo in Gross-Chaco unermessliche Palmenbestände über grasbewachsenem Boden, die Bäume über 70' hoch (*Page a. a. O.* p. 250); oberhalb dieses Flusses, am Pilcomayo, Campos mit Palmen bis zum Horizont (*Rengger a. a. O.* S. 17). Dagegen lichter Algarobenwald in Gross-Chaco (*Azara a. a. O.* 1. p. 104): doch auch noch dichter Wald in der Nähe des Salado (27^o S. B.: *Page a. a. O.* p. 378).

24^o S. B. Am Jujuy in der Provinz Salta noch baumlose Pampas mit kurzem Graswuchs (*Page a. a. O.* p. 414); Algarobenwald von Salta bis Mendoza (*Kahl, Reisen durch Chile: Bericht in Behm's Jahrb.* 3. S. 205).

11. *Bunbury, on the vegetation of Buenos Ayres (Transact. of Linnæan soc., 21. p. 189).*

12. *Burmeister (Peterm. Mitth. 1868. S. 51).*

13. *Orbigny, Voyage dans l'Amérique méridionale, 2. p. 308. 295. 164. — 1. p. 355. 336. 338. 320.*

14. *Page, La Plata, p. 344. 336.*

15. *Strobel (Peterm. Mitth. 16. S. 403).*

16. Von Stauden und Kräutern, welche die Pampasgräser begleiten, werden namentlich erwähnt: *Verbena* (z. B. *V. erinoides* u. *chamaedrifolia*), *Portulaca*, Synanthereen, Leguminosen (einjährige Mimosen), Scrophularineen, eine Apocynce (*Echites*), Arten von *Eryngium* mit schmalen, parallel geadernten Phyllodien.

17. Nach Darwin (a. a. O. 1. S. 137. 168) bedeckt die Artischocken-distel vielleicht Hunderte von Quadratmeilen in den Platastaaten; ein grosser Theil von Uruguay und Entrerios ist durch sie verödet. Hier wächst *Cynara Cardunculus* so hoch »wie der Rücken eines Pferdes, *Silybum* reicht bis zum Kopfe des Reiters, so dass man die Strasse nicht einen Schritt weit verlassen kann«.

18. Im Uferwalde des Parana werden erwähnt aus brasilianischen Gattungen von Bäumen eine Leguminose (*Machaerism*); von Lianen Passifloren, Malpighiaceen (*Stigmaphyllon*), Sapindaceen, Bignoniaceen, Leguminosen; von atmosphärischen Orchideen *Oncidium*; von Schattengewächsen eine Melastomacee (*Arthrostemma*) und eine *Canna* (*Bunbury a. a. O.*).

19. Man unterscheidet den Quebracho blanco und colorado. Schlechtendal (*Bot. Zeit.* 19, S. 137) hat die Früchte des Quebracho blanco untersucht und zu der tropischen Apocynceengattung *Aspidosperma* gezogen: nach seiner Abbildung stimmt die Frucht damit überein, aber da die Blüthe unbekannt und die Blätter wirtelständig oder opponirt, in den vollständig bekannten Arten jener Gattung aber alternirend sind, so bleibt diese Bestimmung weiter zu prüfen. Einen entschiedenen Fehler aber beging er dadurch, dass er den Quebracho colorado, anscheinend ohne

Exemplare gesehen zu haben, ebenfalls für eine Art dieser Gattung erklärte, ohne zu berücksichtigen, dass derselbe nach Tweedie (*Ann. nat. hist.* 4. p. 101) nicht die flachen, zweiklappigen Kapseln von *Aspidosperma*, sondern grosse Büschel von rothen Früchten trägt, die denen der Sykomore (*Ficus*) gleichen. Dass überhaupt die Bezeichnung Quebracho, eigentlich Quebrahacho (die Axt zerbrechend), sich auf die Härte des Holzes und nicht auf eine besondere Gattung von Bäumen bezieht, scheint auch daraus hervorzugehen, dass Orbigny in seinem Bericht über Corrientes darunter eine Acacie zu verstehen scheint (a. a. O. 1. p. 335: *quebrachos ou espinillos, dépouillés entièrement de verdure en hiver; les feuilles pennées ou découpées l'emportaient partout en nombre sur les feuilles entières*). Ob die Quebrachos der Chanarsteppe im Winter ihr Laub bewahren, also entweder zur Oliven- oder Sykomorenform gehören, ist aus den bisherigen Berichten nicht zu ersehen.

20. Bäume im Uferwalde des Parana und Uruguay: von Leguminosen *Prosopis*, *Acacia*, *Gourliea*, *Couleria tinctoria* (Burmeister a. a. O. 1. S. 390); 2 Laurineen (*Orbigny*, *voy.* 1. p. 89) und *Salix Humboldtiana*.

21. Martius, *Palmetum Orbignyanum* (in *Orbigny*, *voy.* 7. 3. p. 95); die Nachrichten über *Cocos Batai* und *Triethrinax brasiliensis* finden sich ebenda p. 93 u. 44.

22. Vergl. chilenisches Uebergangsbereich, Note 13.

23. Tschudi, Reisen durch Südamerika (4. S. 290: Bericht in Behm's Jahrb. 3. S. 205). Die am häufigsten erwähnten Sträucher der Myrtenform in der Chanarsteppe sind der Brea (*Tessaria absinthoides*) und der Tola (*Baccharis Tola*).

24. Die von Orbigny zu Carmen am Rio Negro (41° S. B.) beobachteten Sträucher Patagoniens waren: 4 Leguminosen (*Acacia*, *Cassia*), eine Rhamnee (*Colletia serratifolia*), die Synantheree *Chuquiraga*, 2 Solaneen (*Lycium*) und die Nyctaginee *Bougainvillea* (*Orbigny*, *Voy.* 2. p. 308).

25. *Tweedie*, *journey across the Pampas* (*Annal. natur. hist.* 4. p. 100. 13).

26. Grisebach, der gegenwärtige Standpunkt der Geographie der Pflanzen (in Behm's geogr. Jahrbuch, 1. S. 376). Die Beobachtung wurde im Abschnitt über das östliche Waldgebiet Bd. 1. S. 150 angeführt.

27. Von europäischen Wiesengräsern in den Pampas nennt Bunbury *Lolium perenne* u. *multiflorum*, *Hordeum pratense*: von Kräutern haben sich mit ihnen allgemein *Trifolium repens* u. *Medicago denticulata* ausgebreitet. Von angesiedelten, einjährigen Gräsern europäischen Ursprungs werden erwähnt: *Cynodon dactylon*, *Setaria glauca* u. *italica*, *Polygonum monspeliensis*, *Hordeum murinum*; tropische Gräser, die auch in andern Ländern den Wendekreis überschreiten, sind: *Eleusine indica*, *Stenotaphrum americanum*, *Chloris petraea*; in Uruguay kommt *Avena sativa* massenhaft verwildert vor (*St. Hilaire*). Von europäischen Ruderalpflanzen haben Bunbury und *St. Hilaire* Beispiele aus 15 Gattungen aufgezählt.

28. Die bedeutendsten Beiträge zur argentinischen Flora gab W. Hooker (in *Bot. Miscellanies* und *Journ. of Bot.*); einige neue Pflanzen aus Mendoza und Patagonien hat Philippi beschrieben (*Linnaea*).

29. Nicht europäische Familien der argentinischen Flora (*Bunbury* a. a. O. p. 187): Commelyneen, Pontedereen, Bromeliaceen, Scitamineen, Calycereen, Bignoniaceen, Passifloreen, Loaseen, Byttneriaceen, Malpighiaceen, Tropaeoleen, Melastomaceen (als zweifelhaft sind die Begoniaceen auszuschliessen, ebenso die Sapindaceen, da die Acerineen mit denselben vereinigt wurden). Als charakteristische Gattungen bezeichnet Bunbury: *Pontederia*, *Gomphrena*, *Telanthera*, *Jussiaea*, *Nicotiana*, *Petunia*, *Nierembergia*, *Verbena*; *Mitrocarpum*, *Solanum*, *Oxalis*, *Amaryllis* u. a.

30. Die Familien mit endemischen Gattungen sind die Synanthereen (4), die Umbelliferen (2) und mit je einer Gattung die Malpighiaceen (*Tricomaria*), Cucurbitaceen, Asklepiadeen, Boragineen, Verbenaceen (*Diphyrena*), Nyctagineen und Santalaceen (*Jodina*).

31. Die vorherrschenden Familien in Orbigny's patagonischer Sammlung bildeten folgende Reihe (*Voy.* 2. p. 308): Synanthereen (26), Gramineen (17), Leguminosen (6), Chenopodeen (6), Umbelliferen (5), Solaneen (4).

XXII. Chilenisches Uebergangsgebiet.

1. Die Schneelinie des Aconcagua (13800'), des höchsten Gipfels der chilenischen Anden (21040'), wurde von Gilliss gemessen (nach Behm's geogr. Jahrb. 1. S. 266): dieser Berg wurde für die höchste Erhebung des ganzen Andensystems gehalten, bis die grössere Höhe des Sorata in Bolivien (23280') nachgewiesen war. Die Schneelinie des 15000' hohen Vulkans Villarica (39° S. B.) in Valdivia (5260') bestimmte Cox (das.); am Vulkan von Osorno (40' S. B.) fand sie Philippi sogar schon bei 4500' (*Jahresb. f. 1852.* S. 75).

2. *Darwin, journal of researches.* Deutsche Ausg. 1. S. 268. — 2. S. 120. 12. 3. 15. 137. 121. 273.

3. *Gilliss, Chile (United States astron. expedition to the Southern hemisphere, Vol. 1),* p. 3. 86. 465. 81. 340.

4. In Santiago fielen 1850 56", 1851 39" Regen (das. p. 79).

5. Vergl. Andengebiet, Note 7.

6. Mitteltemperatur in Santiago (am Fuss der Cordillere 1700' über dem Meere gelegen: *King's surveying voyages*, 1. p. 210) 15°, 8 R.; Temperatur des Juli 9°, 6; des Januar 23°, 2 (*Domeyko in Anal. acad. de Chile*, 1851).

7. Poeppig, Reise in Chile u. s. w., 1. S. 179. 80. 129. 227. 234. 138. 156. 153. 294.

8. Grösse chilenischer Bäume der Lorbeer- und Olivenform (nach Gay, *Flora chilena*): *Boldu chilenum* (Laurinee) bis über 50'. *Quillaja saponaria* (Rosacee) 30'; *Kageneckia oblonga* (Rosacee) 12'—15'; *Lucuma vulparadisea* (Sapotee) 15'—18'; *Tricuspidaria dependens* (Tiliacee) 20'—25'.

9. Strobel (Peterm. Mitth. f. 1870. S. 300).

10. Die Hauptquellen für die Systematik der chilenischen Flora sind Gay's *Flora chilena* (in dessen *Historia fisica y politica de Chile*) und Philippi's Nachträge zu derselben (*Linnaea*, Bd 28—30 und 33): diese Schriften umfassen ganz Chile bis zur Magellan-Strasse. Um zu einer Schätzung des Reichthums der Flora zu gelangen, mussten bei Gay viele nicht einheimische und zweifelhafte Arten, bei Philippi Pflanzen aus Mendoza und Patagonien ausgeschlossen werden: in manchen Fällen war die geographische Verbreitung ungewiss. Unter diesen Cautelen entstanden folgende Schätzungen:

Uebergangsgebiet bei Gay 1530 Phanerogamen,	
bei Philippi 470	= 2000 Arten.
Nord- und Südchile gemeinsam	= 400 Arten.
Antarktisches Gebiet (—34° S. B.) bei Gay 730	
Phanerog.; bei Philippi 470	= 1200 Arten.

11. Philippi, Reise durch die Wüste Atacama, S. 122.

12. Philippi, *Flora atacamensis* enthält 414 Phanerogamen, unter denen manche bis jetzt endemisch sind.

13. Philippi (Statistik der chilenischen Flora in der *Linnaea*, 30. S. 237) erklärt die Flora der argentinischen Pampas von der chilenischen für durchweg verschieden: nur einige hochalpine Arten fanden sich auf den Pässen an beiden Abhängen. Aber von den nordchilenischen Holzgewächsen sind gerade die häufigsten aus der Familie der Leguminosen bis Uruguay verbreitet, namentlich *Acacia cavenia*, *Prosopis siliquastrum*, *Gourliea decorticans*, (Burmeister, Reise durch die Plata-Staaten, 1. S. 391): die letztere ist nämlich anscheinend von *G. chilensis* nicht verschieden. Auch fand Tschudi (Reisen durch Südamerika, Bd. 5: vergl. Jahresbericht in Behm's Jahrbuch Bd. 3. S. 205) bei Cordova mehrere Sträucher der chilenischen und Atacama-Flora, z. B. *Tessaria absinthoides*, *Baccharis Tola*: ferner beobachtete er daselbst den *Cereus atacamensis*.

14. Hooker fand, dass nur 17 Gattungen den Floren von Südamerika und Neu-Seeland gemeinsam sind, abgesehen von denen, die eine weitere Verbreitung in Australien und in der alten Welt haben (*Hooker, Flora of New Zealand, introductory essay*, p. XXXII): die bemerkenswertheiten sind *Fuchsia* und *Calceolaria*; häufiger werden die Analogieen im süd-

lichen Chile. Fälle des Austausches identischer Arten sind wenige nachgewiesen.

15. Die wichtigsten Fälle eigenthümlicher Organisation, die zur Aufstellung besonderer Gruppen Veranlassung gegeben haben, sind folgende: die Ledokarpeen und Vivianieen neben den Geraniaceen; die Malsherbiaceen neben den Passifloreen; die Francoaceen unter den Saxifrageen; die Calycereen, die als anomale Synanthereen betrachtet werden können; die Nolanaceen, die den Convolvulaceen am nächsten stehen; die Conanthereen, ein Verbindungsglied zwischen den Liliaceen und Amaryllideen.

16. Philippi (Statistik, S. 243) hat die in Chile angesiedelten europäischen Arten zusammengestellt: es sind dies gegen 50 Ruderalpflanzen, die wahrscheinlich grösstentheils mit Saatkorn verschleppt wurden und unter denen die Artischocke (*Cynara Cardunculus*) sich in den nördlichen Weidelländereien ähnlich, wie in den Pampas, verbreitet hat. Von europäischen Pflanzen, die im Wasser, am Seestrande oder auf feuchtem Boden wachsen (das. S. 246), mögen ebenfalls etwa 50 Arten im nördlichen und mittleren Chile aufgefunden sein.

17. Von Synanthereen enthält das hier benutzte Verzeichniss 7 endemische Gattungen, von Liliaceen (mit Einschluss der Amaryllideen) 6; 2 Gattungen kommen vor bei den Caryophylleen (beide aus der Wüste Atacama, *Microphytes* auch in Nordchile), den Zygophylleen, den Scrophularineen (darunter *Salpiglossis*) und Boragineen; in den übrigen Familien finden sich die eigenthümlichen Gattungen nur einzeln. Unter diesen sind bemerkenswerth die Crucifere *Schizopetalon*, die Malpighiacee *Dinegationium*, die Lythrariee *Pleurophora*, die Phytolacee *Anisomeria*, die Polygonee *Lastarrica*, die Palme *Jubaea*.

18. Zu den grössten Gattungen der chilenischen Uebergangsflora gehören folgende, wobei die hinzugesetzte Ziffer sich nur auf die endemischen Arten bezieht, die bis jetzt auch in Südchile noch nicht beobachtet sind: Malvaceen: *Cristaria* (22); Oxalideen: *Oxalis* (41); Leguminosen: *Phaca* (26), *Astragalus* (27), *Adesmia* (69); Loaseen: *Loasa* (28); Portulacaceen: *Calandrinia* (47); Valerianeen: *Valeriana* (24); Synanthereen: *Mutisia* (23), *Haplopappus* (30), *Baccharis* (31), *Senecio* (93), *Gnaphalium* (21); Boragineen: *Eritrichium* (21); Verbenaceen: *Verbena* (27); Scrophularineen: *Calceolaria* (31); Liliaceen: *Alstroemeria* (20).

19. Die Statistik der Familien wurde von Philippi (a. a. O.) ausführlich nach *Gay's* Flora bearbeitet, aber da seine Ergebnisse sich nicht bloss auf die Uebergangsflora, sondern auf ganz Chile beziehen, so habe ich sie nicht benutzen können: die Unterschiede bestehen hauptsächlich darin, dass bei ihm unter den grössten Familien die Verhältnisszahlen kleiner ausfallen; bei den Synanthereen betragen sie 21, bei den Leguminosen $7\frac{1}{2}$ Procent. Dies ist indessen auch dadurch veranlasst, dass die neuen Entdeckungen in den vorherrschenden Familien weit zahlreicher ausgefallen sind, als in den kleineren Gruppen. Meine Berech-

nung, die sich auf Gay's Flora und Philippi's Nachträge gründet und die Südchile ausschliesst, aber die beiden Landestheilen gemeinsamen mit den endemischen Arten zusammenfasst, ergab folgende Reihe: Synanthereen (28 Procent), Leguminosen (11), Gramineen (7—8), Caryophyllen mit Einschluss der Portulaceen (5), Liliaceen mit Einschluss der Amaryllideen (4—5), Cruciferen (4); ferner enthalten 3—4 Procent die Umbelliferen, Scrophularineen und Solaneen, 2—3 die Malvaceen, 2 die Oxalideen, Loaseen, Cacteen, Boragineen, Verbenaceen und Cyperaceen. Wie für die Synanthereen die Labiatifloren besonders charakteristisch sind, so für die Umbelliferen die abweichenden Gruppen der Mulinen und Hydrocotyleen, für die Leguminosen die Astragaleen und *Adesmia*, für die Caryophyllen die Portulacee *Calandrinia*, für die Scrophularineen *Culceolaria*, für die Boragineen *Eritrichium*, für die Verbenaceen *Verbena*.

XXIII. Antarktisches Waldgebiet.

1. Darwin, *journal of researches*. Deutsche Ausgabe, 1. p. 53. 262. — 2. p. 33. 27. 57. 41.
2. Anwandter (bei Gilliss, *Chile*. 1. p. 83. 89): Die Beobachtungen beziehen sich auf das Jahr von April 1851 bis März 1852. Von den 156 Regentagen in Valdivia kamen 28 auf die drei Monate des Sommers, auf die des Winters 54.
3. Geisse, meteorologische Messungen in Puerto Montt von 1859 bis 1864 (mitgetheilt von Fonck in Petermann's Mittheilungen f. 1866. S. 464).
4. Gilliss a. a. O. 1. p. 61. f5. 69.
5. Die Mitteltemperatur in Valdivia beträgt (nach einjähriger Messung) 8°,8 R.; die des südhemisphärischen Sommers 12°,4, des Winters 6°,6 (Philippi im n. Jahrbuch f. Mineralogie: Jahresb. f. 1852. S. 75). In Port Famine wird (nach Kings jedoch unvollständigen Daten) die Temperatur des Sommers auf 8° R., die des Winters auf +0°,5, das Mittel auf 4°,5 geschätzt (Darwin a. a. O. 1. S. 264).
6. Poeppig, Reise in Chile u. s. w. 1. S. 294. 360.
7. Hooker, *Flora antarctica*, p. 212. 347.
8. F. Philippi (Peterm. Mitth. 12. S. 172: Bericht in Behm's Jahrb. 2. S. 217): die Stammhöhe von *Flotowia diacanthoides* und von *Myrtus Luma* (*Syn. Luma Chequen*) wird zu 100' angegeben und mit Mastbäumen verglichen. Die gewöhnliche Grösse der *Flotowia* soll jedoch nur 30' betragen (nach A. Philippi in Bot. Zeit. 16. S. 275).
9. King, *Narrative of the surveying voyages of H. M. S. Adventure and Beagle*, 1. p. 141. 41. 22. 575.

10. Philippi (*Linnaea*, 30. S. 735): »die Araucarien finden sich nur zwischen den Flüssen Biobio und Tolten«.

11. Ueber die Alerze wird von Philippi, dem Vater und später auch dem Sohne, den besten Kennern der Flora von Valdivia, die Angabe bei Gay (*Fl. chilena*, 5. p. 406 u. f.) berichtigt, der diesen Baum für *Libocedrus tetragona* hielt, die *Fitzroya* dagegen Cipres nennt (vergl. A. Philippi: Bot. Zeit. 16. S. 268 und Peterm. Mitth. 6. S. 133; F. Philippi: das. 12. S. 172). Ich führe dieses dreifache Citat an, um zu zeigen, dass die entgegengesetzte Angabe A. Philippi's an einer andern Stelle (*Linnaea*, 30. S. 735) auf einem Schreibfehler beruhen wird, da die ausführlichen Nachweisungen, dass *Fitzroya* die Alerze und *Libocedrus* die Cipres sei, sowohl aus frühern als aus spätern Jahren herrühren.

12. Philippi (Peterm. Mitth. 6. S. 129).

13. Philippi (Bot. Zeit. 16. S. 273. 275. 267).

14. Grisebach, systematische Bemerkungen über die beiden ersten Pflanzensammlungen Philippi's und Lechler's im südlichen Chile und an der Magellan-Strasse, S. 3.

15. Philippi (N. Jahrb für Mineralogie: Jahresbericht f. 1852. S. 75).

16. Wo zwischen dem 33. und 40. Breitengrade die Schneelinie so ungemein rasch herabsinkt (vergl. Chile, Note 1), scheint die Baumgrenze sich im umgekehrten Sinne zu heben, aber die Angaben über die Anden von Antuco stehen unter einander nicht im Einklang. Bei Gilliss (a. a. O. 1. p. 11. 13) finden sich folgende Messungen:

Baumgrenze am Planchon-Pass	(35° S. B.) 3940' (nach Domeyko);
Schneelinie am Descabezado	(35° S. B.) 7930';
» » Vulkan von Antuco	(37° S. B.) 6200';
» » » » Osorno	(40° S. B.) 4500'.

Nach Hooker's Skizze (*Fl. antarct.* p. 348) läge die Buchengrenze bei Antuco im Niveau von 4700', die Schneelinie daselbst etwa 3000' höher, aber Poeppig fand daselbst die Araucarien bis in die Nähe des ewigen Schnees ansteigend. Philippi (Peterm Mitth 9. S. 247) erwähnt, dass die Waldgrenze von Chillan (36' S. B.) 1—200' über dem dortigen Bade liege, dessen Niveau nach Domeyko 2217 Varas (5700', nicht, wie daselbst angegeben, 5075') betrage, und dass die heissen Quellen daselbst, zu 6500' geschätzt, schon im Bereich des ewigen Schnees entspringen. Hiernach würde daselbst, wie Philippi auch bemerkt, nur ein schmaler Gürtel für die alpinen Sträucher und das Krummholz übrig bleiben, also diese Beobachtung mit der von Poeppig über Antuco gut übereinstimmen.

17. Philippi (N. Jahrb. f. Mineralogie, 1852. S. 941: Jahresb. a. a. O.). Diese Messung stimmt mit der von Domeyko überein: eine trigonometrische von King, vom Meere aus, ergab für die Schneelinie am Vulkan von Osorno sogar nur 4200' (Darwin a. a. O. 1. S. 269).

18. King (nach Darwin a. a. O. 1. S. 223).

19. Philippi (Peterm. Mitth. 9. S. 247).

20. Hooker fand, dass 89 Gefäßpflanzen zugleich in Neuseeland und Südamerika einheimisch sind, aber dass 77 sich auch bis Tasmanien verbreiten (*Introductory essay to the Flora of New Zealand*, p. XXXI: später erhöhte sich die erstere Ziffer auf 111, nach seinem *Handbook of the New Zealand Flora. Preface*, p. 14). Unter den wenigen Arten, die ausschliesslich Neuseeland und der antarktischen Flora gemeinsam angehören, sind die merkwürdigsten die Holzgewächse: *Edwardsia grandiflora*, *Veronica elliptica* und 2 Arten von *Coriaria*. Zur Erklärung glaubte Hooker, wie im Texte angeführt, vorweltliche Landverbindungen in der südlichen gemässigten Zone voraussetzen zu müssen.

21. Hooker (*introduct. essay a. u. O. p. XXXIV*). Die merkwürdigsten Fälle von vikariirenden Arten derselben Gattung in Neuseeland kommen in folgenden Familien vor: Magnoliaceen (*Drinys*), Tiliaceen (*Aristotelia*), Rosaceen (*Acaena*), Onagrarien (*Fuchsia*), Halorageen, (*Gunnera*), Saxifrageen (*Donatia*), Corneen (*Griselinia*, *Syn. Decosteia*), Styliideen (*Forstera*), Scrophularineen (*Calceolaria*, *Ourisia*), Moumieen (*Laurelia*), Thymelaceen (*Drapetes*), Amentaceen (*Fagus*), Smilaceen (*Callicene*), Liliaceen (*Astelia*), Junceen (*Rostkovia*). - Nahe verwandte Gattungen sind unter den Myrtaceen *Tepualia* und *Metrosideros*, den Proteaceen *Embothrium* und *Knightia*, wobei je die erste antarktisch, die zweite in Neuseeland einheimisch ist. Von den viel selteneren Fällen, wo vikariirende Arten erst in Tasmanien auftraten, erwähne ich die Rosacee *Eucryphia*, die Proteacee *Lomatia*, und die Verwandtschaft der einzigen Epacridee des antarktischen Gebiets (*Lebetanthus*) mit einer australischen Gattung (*Prionotes*).

22. Beispiele vikariirender, antarktischer Arten zu denen der arktischen Flora finden sich unter anderen in folgenden Gattungen: *Caltha*, *Ranunculus*; *Draba*, *Cardamine*; *Melandrium*; *Epilobium*; *Geum*; *Saxifraga*, *Chrysoplemium*; *Galium*; *Erigeron*; *Gentiana*; *Primula*; *Empetrum*.

23. Die südlichen Provinzen Chiles bis zur Magellanstrasse umfassen 2500 q. Quadratmeilen (Behm's geogr. Jahrb. 1. S. 124; auf 1:00 schätze ich Fuegia).

24. Die Schätzung der antarktischen Flora wurde auf Gay's *Flora chilena* und Philippi's Nachträge gegründet (vergl. Chile. Note 19).

25. Das hier benutzte Verzeichniss enthält endemische Gattungen aus folgenden Familien: 6 Synanthereen, 3 Coniferen (*Fitzroya*, *Saxogothaea* und *Lepidothamnus*), 3 Smilaceen, 2 Saxifrageen, 2 Gesneriaceen 2 Proteaceen (*Embothrium* und *Guevina*), und je eine Gattung von Rutaceen, Myrtaceen, Calycereen, Solaneen, Laurineen, Santalaceen (*Myzodendron*) und Juncagineen (*Tetroncium*).

Zu den artenreichsten Gattungen der antarktischen Flora gehören: *Senecio* (64 Arten), *Carex* (31), *Calceolaria* (20), *Acaena* (20), *Azorella* (11).

26. Reihe der vorherrschenden Familien (nach der Zusammenstellung, die bei Chile, Note 19, erwähnt wurde: Synanthereen (15 Procent),

Gramineen (10), Cyperaceen (5), Leguminosen (4—5), Scrophularineen (4—5), Umbelliferen (4), Orchideen (3—4), Caryophyllen (3), Saxifrageen (2—3), Rosaceen, Myrtaceen, Valerianeen (je 2).

Reihe der Familien in den Magellan-Ländern (nach Hooker's Flora, worin ich nach Absonderung der nur auf den Falklands und in Kerguelens-Insel gefundenen Pflanzen 277 Phanerogamen zähle): Synanthereen (18 Procent), Gramineen (11—12), Cyperaceen (7), Rosaceen (4—5), Ranunculaceen (4), Umbelliferen (3—4), Saxifrageen (3—4), Leguminosen, Caryophyllen und Scrophularineen (je 3), Cruciferen und Junceen (je 2—3).

XXIV. Oceanische Inseln.

1. *I. Hooker, on insular Floras*, p. 6. 11. 9. 7. (*British association*, 1866: Bericht in Behm's Jahrbuch, 2. S. 188. Nur vier Pflanzen der Azoren-Flora schreibt Watson einen amerikanischen Ursprung zu (in *Godman, natural history of the Azores*).

2. *Fritsch*, die ostatlantischen Inselgruppen (Bericht über die Senckenbergische naturf. Gesellsch., 1870. S. 100. 97. 86).

3. Klima von S. Miguel. Mittlere Jahreswärme: 13^o,5 R.; kältester Monat December: 10^o,5; wärmster, August: 17^o (Dove, Temperaturtafeln, S. 40; Regenfall: 31" (Dove, Beiträge, 1. S. 106). In Fayal ergaben jedoch einjährige Beobachtungen einen Regenfall von 60", vertheilt auf 196 Regentage (Bettencourt bei Hartung, Azoren, S. 35): von dem Niederschlag kamen 32 Procent auf den Winter, 42 auf den Herbst und nur 6 auf den Sommer (das. S. 38).

4. *Watson*, (*London. Journ. of Botany*. 2: Jahresbericht f. 1843, S. 57).

5. *Seubert, Flora azorica*, p. 6, und seine ausführlichere Darstellung in Wiégmann's Archiv für Naturgeschichte f. 1843. mit einer Höhentafel.

6. *Hartung*, Azoren, S. 56. 68.

7. *Watson* bei *Godman*, a. a. O.

8. Klima von Funchal (Dove, Temperaturtafeln, S. 40; die in Klammern beigefügten, niedrigeren Werthe nach Mittermeyer bei Schacht, Madeira und Tenerife, S. 8.). Jahreswärme 15^o,8 R. (14^o,6); kälteste Monate, Januar und Februar 14^o (12^o—13^o); wärmste, August und September 18^o,5 (18^o—17^o). Regenfall: 29" (Mittel aus den von Johnston mitgetheilten Messungen bei Schacht a. a. O. S. 9).

9. *Cada Mosto*, Reisebericht vom J. 1455 (in *A new general collection of Voyages*, Vol. 1, p. 575).

10. Schacht, Madeira und Tenerife, S. 92. 99. 58. 23. 114. — Tafeln zu S. 25. 9. 127.

11. Th. 1. S. 291. Heer's Beobachtungen über die Entwicklungsperiode der Vegetation auf Madeira (das. S. 275) sind später von Hartung aufgenommen und erweitert worden (Azoren, S. 68 und f.). Dem früher (Th. 1. S. 569) daraus Mitgetheilten ist von den zahlreichen Angaben über die Blüthezeiten noch Folgendes hinzuzufügen. Wiewohl einige endemische Arten angeführt werden, die als nicht periodische Gewächse zu allen Zeiten des Jahres blühen, so fällt doch bei den meisten die Blüthezeit in die letzte Hälfte des Winters und den Frühling (Ende Januar bis Mai), also in die Periode der steigenden Temperaturkurve. Von der langen Dauer der Vegetationszeit liefert *Dracaena Draco* ein Beispiel, die zu Anfang April blüht und erst im December ihre Früchte reift. Wie in Südeuropa, giebt es auch hier einzelne Fälle, wo die Blüthezeit in den Sommer oder Herbst verschoben wird: am meisten weicht *Asparagus scoparius* von der Regel ab, der von Ende November bis zum Januar in Blüthe steht. Die eingewanderten Pflanzen entfernen sich wenig von dem klimatischen Typus ihrer Heimath; diejenigen, welche auf den Aeckern wachsen, folgen dem Entwicklungsgang des Getraides.

12. Zu den auffallenderen Beispielen der zahlreichen Halbsträucher auf Madeira, die europäischen Krautgewächsen verwandt sind, gehören endemische Arten von Cruciferen (*Sinapidendron*), Umbelliferen (*Melanoselinum*), Synanthereen (*Sonchus squarrosus*, *Chrysanthemum pinnatifidum*), Boragineen (*Echium*), Scrophularineen (*Isoplexis sceptrum*).

13. Die Laurincen von Madeira sind: *Laurus canariensis*, *Apollonius canariensis*, *Oreodaphne foetens* (der Tilbaum) und *Persea indica*; andere Vertreter der Lorbeerform gehören zu den Myricen (*Myrica Faya*), Illicinen (*Ilex Perado*), Oleineen (*Picconia excelsa*), Myrsineen (*Heberdenia excelsa*), Ericen (*Clethra arborea*), Rosaceen (*Prunus lusitanica*), Ternstroomiaceen (*Visnea Mocanera*); die einzigen Coniferenbäume sind *Juniperus brevifolia* und *Taxus baccata*. — Unter den Gesträuchen des Lorbeerwaldes finde ich weniger als ein Drittel europäisch, eine etwas grössere Reihe von atlantischen Arten erwähnt, und von endemischen z. B. folgende: *Vaccinium maderense*, *Catha Dryandri*, 3 Genisteen, *Senecio maderensis*, *Chrysanthemum pinnatifidum*, 2 Labiaten (*Bystropogon*), *Convolvulus Massoni* u. a.

14. *Cosson, catalogue des plantes recueillies dans les îles de Madère et de Porto Santo (Bulet. de la soc. botan. de France, 1868. Vol. 15).*

15. Klima von Santa Cruz: Jahreswärme 17^o,4; kältester Monat, Januar 14^o,1; wärmster, August 20,9 (Buch nach Dove a. a. O.). In Laguna (1630' hoch gelegen) betragen dieselben Werthe: des Jahrs 13^o,6; des Januar 10^o,3, des August 17^o,3 (das.).

16. Buch, Beschreibung der kanarischen Inseln: vergl. Fritsch (Petern. Mittheil. 1866. S. 217: Bericht in Behm's geogr. Jahrbuch. 2. S. 217).

17. Nach Berthelot (*histoire nat. des îles Canaries, géogr. botanique*, p. 56) ist der Himmel in der Küstenregion (— 1500' an der Nordseite, — 2500' an der Südseite) fast beständig wolkenfrei und die Niederschläge sind auch im Winter selten. In Orotava (an der Nordküste) wird die Zahl der Regentage auf 50 geschätzt (Fritsch, ostatlantische Inselgruppen a. a. O. S. 85); dagegen beträgt sie (nach Hartung, Azoren S. 38) zu Funchal 94, und auf Fayal 196.

18. Berthelot (a. a. O.: Jahresber. f. 1840. S. 450—456). Hier sind die bemerkenswerthesten Fälle von kanarischen Pflanzen, die nur auf einem einzigen Fundorte angetroffen sind, angeführt, z. B. *Manulea canariensis*, *Statice arborea*, mehrere Crassulaceen.

19. Mittelmeergebiet, Th. I. S. 389 und 581.

20. Bolle (*Hooker, Journ. of Botany*. 5.: Jahresbericht f. 1853. S. 20).

21. Fritsch, Reisebilder von den canarischen Inseln (Peterm. Ergänzungshefte, n. 22. 1867).

22. Webb und Berthelot, *histoire naturelle des îles Canaries. Phytographie*. Die daraus abgeleiteten statistischen Ziffern sind von Hartung (Azoren, S. 53) zusammengestellt.

23. Jahresb. f. 1846. S. 50: unter den endemischen und atlantischen Holzgewächsen zähle ich: 17 Bäume; 84 Sträucher, der Mehrzahl nach aus Gruppen, die in Europa grösstentheils krautartig bleiben (darunter z. B. *Lotus spartioides*, *Centaurea arborea* auf Palma, *Convolvulus*- und *Echium*-Arten); zahlreich sind sodann die Halbsträucher in den Familien der Synanthereen (34), Labiaten (26), Crassulaceen (16) u. a.

24. Berthelot, *géogr. bot.* a. a. O. p. 166.

25. Schmidt, Beiträge zur Flora der Cap Verdischen Inseln, S. 8: im März betrug die Tageswärme 20°—27° R., Abends fiel das Thermometer, wenn es auch noch so hoch gestanden hatte, auf 14°, ja wohl auf 12° R. — Das. S. 4. 41. 67. 104 (Jahresb. f. 1852. S. 65).

26. Darwin, *Journ. of researches*. Deutsche Ausgabe, I. S. 1. 2. 9.

27. Von *Sapota marginata* wurden nur zwei Bäume auf Sant' Jago beobachtet (Hooker: *Niger Flora*, p. 169). Dass *Dracaena Draco* einheimisch sei, wird von Schmidt bestritten.

28. Webb (*Journ. of Bot.* 2: Jahresb. f. 1850. S. 60).

29. Bocandé (bei Webb a. a. O.); Lowe (bei Hooker, *insular Floras*, p. 6). Die von Lowe vertretene und von Hooker getheilte Ansicht, dass die endemischen Pflanzen der Kap-Verden der Mediteranflora näher, als der atlantischen stehen sollen, finde ich bei der Vergleichung der Schmidt'schen Sammlung nicht bestätigt. Sie bezieht sich vielleicht nur auf die atlantischen Bäume, die, eben mit Ausnahme der *Dracaena*, den Kap-Verden durchaus fehlen. Die meisten endemischen Sträucher sind den kanarischen nahe verwandte Arten aus Gattungen und Gruppen, die ausserhalb der atlantischen Flora, in Südeuropa, holzstammlose Stauden enthalten.

30. In dem von Schmidt verfassten Verzeichniss der Flora der Kap-Verden (a. a. O.) werden 435 Gefässpflanzen aufgeführt, eine Ziffer die auf 400 sinkt, wenn die darin aufgenommenen Kulturpflanzen (darunter allein gegen 25 Arten von angepflanzten Bäumen) ausgeschlossen werden. Auch die Zahl der endemischen Arten (75) ist etwas herabzusetzen (auf 66), da die Selbständigkeit bei mehreren unbegründet oder zweifelhaft erscheint und von einzelnen das Vorkommen auf dem Festlande wahrscheinlich ist: so wurde die *Soemmeringia* auf *Getssaspis* zurückgeführt. Nach Schmidt (S. 105) sind von seinen 435 Arten 177 auch an der afrikanischen Westküste einheimisch, aber es giebt deren viel mehr. Ich zähle unter 324 nicht endemischen Arten 136 Segetalpflanzen, von denen 87 in allen Tropenländern, 32 in Europa und 17 ubiquitär vorkommen: es bleiben doch immer noch gegen 180 afrikanische Arten übrig.

31. Kanarische (und atlantische) Pflanzen, die nach den Kap-Verden eingewandert sind: *Koniga intermedia*, *Frankenia ericifolia* (Kanar. und Azoren), *Polycarpaea nivea*, *Teline stenopetala*, *Lotus glaucis*, *Galium filiforme*, *Campylanthus Benthami*, *Statice pectinata*, *Beta procumbens*, *Portularia appendiculata*, *Asparagus scoparius* (Kanar. und Madeira), *Lotium gracile*. Mit Madeira gemeinsam ist *Sideroxylon Marmulana*.

32. Unter den endemischen Pflanzen der Kap-Verden zähle ich (nach Ausschluss zweifelhafter Arten) als der tropischen Reihe angehörig 16, nämlich 8 Gramineen, 3 Rubiaceen, 2 Leguminosen und einzelne Asklepiadeen (*Sarcostemma*), Sapoteen und Urticeen. Unter 49 Arten, die dem kanarischen und südeuropäischen Typus entsprechen, besteht der grössere Theil aus Sträuchern und Halbsträuchern: es sind 16 Synanthereen (darunter mehrere Arten von *Nidorella*, *Conyza* und *Odontospermum*), 6 Leguminosen (5 Arten von *Lotus*), 4 Cruciferen (3 A. von *Sinapidendron*), 3 Scrophularineen (*Linaria*, je 2 Caryophylleen, Umbelliferen (*Tornabenea*), Labiaten, Boragineen (*Echium*), Plumbagineen (*Statice*), Farne, und einzelne Arten von Cistineen, Euphorbiaceen, Crassulaceen, Campanulaceen, Orobanchen, Globularieen, Smilaccen (*Asparagus* und Gräsern. Endlich wird noch eine endemische Art aus einer Gattung der Kapflora angeführt (*Cyphia*).

33. Darwin a. a. O., S. 278; Hooker, *insular Floras*, p. 7. Die Angabe über die Farne von Ascension rührt von Hooker her: Baker (*Linn. Transact.* 26. p. 345) unterscheidet daselbst nur 7 Arten, darunter 2 endemische, in S. Helena 25, wovon nach ihm 13 endemisch sein sollen.

34. *Beatson, tracts relative to the island of St. Helena*, p. 1.

35. Klima von S. Helena (*Beatson*, a. a. O. p. XXXIII): Temperaturkurve in Jamestown 15^o—20^o R., in Plantationhouse 13^o—18^o (niedrigster Thermometerstand 9^o; mittlerer Regenfall 33" an 135 Regentagen: die über das Jahr so vertheilt sind, dass die stärkern Niederschläge im Sommer (Jan. — März, wohl bis Mai) fallen und schwächere Winterregen (Juli und August) nachfolgen. Indessen ist kein Monat ganz regenfrei

und die Menge des Niederschlags in verschiedenen Jahren sehr ungleich (Dove, klimat. Beitr. 1. S. 94).

36. *Roxburgh, list of plants of St. Helena* (bei *Beatson*, p. 295—326); *Pritchard, list of indigenous and exotic plants of St. Helena*: in diesen Verzeichnissen zähle ich als sicher festgestellte Arten 36 einheimische Phanerogamen (darunter 30 endemische), sodann 23 Farne und 2 Lykopodien; darunter werden von Roxburgh von 25 endemischen Holzgewächsen 16 als Bäume, 9 als Sträucher bezeichnet.

37. Endemische Gattungen von S. Helena: die Synanthereen *Commidendron* (5 Arten, darunter 4 Bäume, verwandt mit *Solidago*), *Petrobium* (monotypischer Baum, neben der chilenischen Gattung *Euxenia* in das System gereiht), *Lachanodes* (3 Bäume, neben *Senecio*) und *Melanodendron* monotypischer Baum, neben *Erigeron*); sodann die monotypische Rhamnee *Nesiota*.

38. Von den Kap-Gattungen, welche Hooker (*insular Floras*, p. 7) als in S. Helena vertreten betrachtet, werden von Roxburgh ausdrücklich als eingeführt bezeichnet: sämtliche Arten von *Pelargonium*, ferner *Mesembryanthemum* und *Osteospermum pispiferum*.

39. *Froberville* (in *Leguével de Lacombe, Voyage à Madagascar*, 1. p. 3). Auf dem baumlosen Plateau von Emirna, wo die Hauptstadt liegt, herrscht völlige Dürre von Ende April bis September, in den übrigen Monaten fallen täglich Niederschläge, (*Boyer in Hooker, bot. Miscellanies*, 3. p. 249).

40. *Grandidier* (*Bullet. soc. géogr.* 1867: Bericht in Behm's Jahrb., 3. S. 208). *Leguével* (a. a. O. 2. p. 177) erwähnt in der Nähe der Südspitze von Madagaskar sogar eine wüste Gegend ohne Vegetation.

41. *Ellis, three visits to Madagascar*, p. 176. 39. 284. 313.

42. *Hooker, on Nepenthes* (nach *Seemann, Journ. of Bot.* 1871. p. 49).

43. *Dove*, klimatologische Beiträge, 1. S. 102.

44. Madagaskar und den Maskarenen sind gemeinsam eigenthümlich von Meliaceen *Quivisia*, von Euphorbiaceen *Payeria*, von Sapoteen *Imbricaria*.

45. *Du Petit-Thouars, observations sur les plantes des îles australes d'Afrique* p. 6 (in dessen *Mélanges de botanique*).

46. *Bory de St. Vincent, voyage dans les quatres principales îles des mers d'Afrique*, 1. p. 311. 313. 319. 341.

47. *Bouton* (*Bot. miscellanies*, 3. p. 214): als vorherrschende Familien auf Mauritius werden bezeichnet die Rubiaceen, Euphorbiaceen, Convolvulaceen, Malvaceen, Buettneriaceen, Sapindaceen, Meliaceen, Orchideen, Gramineen, Cyperaceen und Farne.

48. *Barkly und Swinburne Ward* (*Journ. Linn. soc.* 9, p. 118: Bericht in Behm's Jahrb. 2, S. 219).

49. *Wilkes, narrative of the United States exploring expedition*, 4. p. 95. 114. 145. 203. 252.

50. *Hor. Mann* (*Memoirs of Boston soc.* 1869: Bericht in Behm's Jahrb. 3. S. 208).

51. *Coke, a ride to Oregon*, p. 335.

52. Beispiele von systematischen Beziehungen der endemischen Vegetation auf den Sandwich-Inseln zu andern Floren :

zum tropischen Asien: *Elaeodendron*, *Broussaisia* (Monotyp neben *Hydrangea*), *Reynoldsia*, *Straussia*, *Maba*, *Cyrtandra*, die endemischen Labiaten *Phyllostegia* und *Stenogyne* (neben *Gomphostemon*), *Alyria*, *Wickstroemia*, *Ptilotus*, *Aerva*, *Claoxylon*, *Dracaena*, *Flagellaria*;

zu Nordamerika: *Corcopsis*, *Siryinchium*;

zu Mexiko: *Lipochaete*, nebst den Monotypen *Argyroxiphion* und *Wilkesia*; ausserdem

zum tropischen Amerika: *Isodendron* (neben *Paypayrola*), *Perrotetia*, *Lagenophora*, *Nama*, *Rauwolfia*;

zu Südamerika und insbesondere der Andenflora: *Acaena*, *Osteomeles*, *Guanera*, die endemischen Synanthereengattungen *Dubantia*, *Railardia* und als einzige Labiatiflore die monotypische Gattung *Hesperomannia*, ferner *Sphaecle*, *Astelia*, *Uncinia*;

zu andern pacifischen Archipelen: die Rutaceen *Pela* und *Melicope*, die Rubiaceen *Bobea*, *Kachua* und als Monotyp *Gouldia*; zu Neuseeland: *Edwardsia*, *Coprosma*; zu Anstralien die 7 im Texte genannten Gattungen; zu Neu-Guinea: *Tetraplasandra*.

53. *Hor. Mann*, enumeration of *Hawaiian plants* (*Proceed. of Americ. academy*, 7. p. 143—235). Die endemischen Phanerogamen ordnen sich daselbst zu folgender Reihe von Familien: Synanthereen (46), Lobeliaceen (35), Rubiaceen (28), Labiaten (26), Cyperaceen (21: die Gramineen sind noch nicht bearbeitet), Rutaceen (17), Caryophylleen (16), Cyrtandraceen (12), Leguminosen (9), Solaneen, Euphorbiaceen und Piperaceen (je 8); die übrigen vertheilen sich unter 54 Familien (davon enthalten 2. 7, 3: 6, 4: 5, 4: 4, 8: 3, 7: 2 Arten und 26 eine einzige).

54. *Wilkes* a. a. O. 2. p. 44. 53. 119. — 3. p. 322. 340. — 5. p. 474. — *Wüllerstorff*, *Reise der Novara*, 3. S. 201. 211.

55. *Seemann*, *Viti*, p. 277.

56. *Seemann*, *Flora vitiensis*, p. 1—9. Die endemischen Phanerogamen der Fidschi-Inseln ordnen sich in diesem Werke zu folgender Reihe von Familien: Rubiaceen (48), Euphorbiaceen (30), Orchideen (22), Myrtaceen (15), Urticeen (14), Melastomaceen (12), Palmen, Cyrtandraceen (je 11), Tiliaceen (10), Myrsineen (9); die übrigen vertheilen sich unter 56 Familien (davon enthalten 15: 8—4, 7: 3, 11: 2 Arten und 23 eine einzige).

57. *Forster*, *voyage round the world*, 2. p. 412. 425. 391.

58. *Home*, *Proceed. Linn. Soc.*: Jahresb. f. 1847, S. 60.

59. *Endlicher*, *Prodromus Florae norfolkicae*.

60. *More* (*Gardener's Chronicle*: Bericht in Behm's Jahrb. 3. S. 209). Zwei Myrtaceen-Gattungen und eine Epacridee sind auf Lord Howe's

Insel fast die einzigen australischen Typen: keine Proteacee, keine australische Acacie und überhaupt von Leguminosen nur drei weiter verbreitete Gattungen wurden beobachtet. Die meisten Gewächse der Insel, deren Wald bis zur Flusslinie herabreicht, gehören zu Gattungen, die in Norfolk einheimisch sind: unter den beiden Farnbäumen findet sich auch *Alsophila excelsa*; die Palmen (1) sind gegen Norfolk vermehrt, die Pandanusform ist häufig, und auch die Banyanenform (*Ficus*) vertreten.

61. Die Regenmenge zu Auckland (37° S. B.) beträgt 48": im Frühling und Sommer (Oktober bis Januar) ist der Niederschlag am geringsten (Dove, klimatol. Beitr. 1. S. 139). Die Mitteltemperatur daselbst ist 12° R., die des südhemisphärischen Sommers 15°,5, des Winters 8° (dessen Temperaturtafeln S. 45).

62. *Dieffenbach*, *travels in New-Zealand*, 1. p. 419—431 (Jahresb. f. 1843. S. 75).

63. *J. Hooker*, *introductory essay to the Flora of New-Zealand* (Jahresb. f. 1853. S. 50).

64. *Home* (*Proceedings of Linn. soc.*: Jahresb. f. 1847. S. 60).

65. Hochstetter, Neuseeland, S. 414; Haast, die Regionen des Mount Cook in den südneuseeländischen Alpen (das. S. 350).

66. *Lindsay* (*Transact. Bot. Soc. Edinb.*: Bericht in Behm's Jahrb. 3. S. 210). An der Westküste von Canterbury steigt der grosse Gletscher des Mount Cook bis 500' herab, und an seinem Saume findet sich Myrtaceen-Waldung mit Farnbäumen und Cordylinen: auch die Areca-Palme ist nicht fern.

67. *J. Hooker*, *handbook of the New Zealand Flora*, p. 249. 257. 260. 37.

68. Hochstetter (nach Behm's geogr. Jahrb. 1. S. 266). Messungen der Schneelinie auf der Nordinsel unter 39° 7320', auf der Südinsel unter 43° 7320', unter 44° 7040'.

69. Nach Absonderung der in Neuseeland selbst noch nicht gefundenen Arten zähle ich bei Hooker (*Handbook*) 1021 Gefässpflanzen, darunter 892 Phanerogamen. (Hooker selbst das. *Preface*, p. 14) zählt, indem er einige benachbarte Archipelle mit aufgenommen hat, 935 Phanerogamen und darunter 677 endemische Arten.

70. *Darwin*, *journal of researches*. Deutsche Ausgabe, 2. S. 199.

71. Vergl. Antarkt. Gebiet, Note 21.

72. Reihenfolge der in Neuseeland vorherrschenden Familien: Synanthereen (13 Procent der Gefässpflanzen), Farne (11). Cyperaceen (7), Scrophularineen (6), Gramineen (fast 6), Umbelliferen (4), Orchideen (3—4), Rubiaceen (3), Ranunculaceen (2—3, Epacrideen (2).

73. *J. Hooker*, *Botany of Raoul island* (*Journ. Linn. Soc.* 1. p. 125). Unter 42 Gefässpflanzen der Kermadec-Inseln waren nur 5 endemisch: die Hälfte bestand aus neuseeländischen Farnen.

74. *F. Müller*, *the vegetation of the Chatham islands*; *Travers* (*Journ. Linn. Soc.* 9. p. 135): Bericht in Behm's Jahrb. 2. p. 219.

75. *J. Hooker, Flora of Lord Aucklands and Campbell-islands (Fl. antarctica. Vol. 1):* Jahrb. f. 1843. S. 76).

76. *Darwin, journal of researches: Deutsche Ausgabe, 2. S. 146* (Jahrb. f. 1843. S. 73).

77. *Andersson, om Galapagos-Oearnes vegetation.* In dieser Flora des Archipels werden 374 Gefässpflanzen aufgezählt, wovon eine gewisse Anzahl, als unsicher erkannt, auszuschliessen sind: Andersson selbst legt seinen Vergleichen 337 Phanerogamen zu Grunde, von denen er 183 als endemisch erklärt; von Gefässkryptogamen werden 31 Arten angeführt. Die endemischen Arten (sich zähle 190) ordnen sich zu folgender Reihe vorherrschender Familien: Synanthereen (31), Euphorbiaceen (22), Amarantaceen (16), Gramineen und Boragineen (je 15), Rubiaceen (13), Leguminosen (11), Farne (8), Cyperaceen (6), Convolvulaceen (5); dann folgen 4 Familien mit je 4, 4 mit 3, 4 mit 2 und 12 mit einzelnen Arten. Die sämmtlichen Gefässpflanzen bei Andersson bilden hingegen folgende Reihe von Familien: Synanthereen (41), Leguminosen (33), Gramineen (32), Farne (30), Euphorbiaceen (29), Boragineen (21), Amarantaceen (19), Rubiaceen (15), Solaneen (13), Cyperaceen (12). Von den zehn im Texte erwähnten endemischen Gattungen der Galapagos gehören 6 zu den Synanthereen, 2 zu den Gräsern, die beiden andern zu den Caryophylleen (*Pleuropetalum*) und zu den Boragineen (*Galapagea* mit 2 Arten). Von 181 endemischen Arten wurden nach Andersson's Untersuchung (p. 27) 123 ausschliesslich auf einzelnen Inseln gefunden: Charles lieferte 42, Chatham 28, James 24, Albemarle 19 und Indefatigable 10.

78. *J. Hooker (Transact. of Linnean soc. 20, p. 163—262: Jahrb. f. 1846. S. 56).*

79. Von den auf zwei oder mehreren Inseln vorkommenden Arten gab Andersson (a. a. O. S. 27. 2^s) ein Verzeichniss: die östliche Insel Chatham zählt 44, Charles 41, die westliche Gruppe auf Albemarle 24, James 21 und Indefatigable 12. Hiernach sind J. Hooker's ältere Angaben (Jahrb. a. a. O. S. 61) zu berichtigen.

80. *King, Narrative of the voyages of H. M. S. Adventure and Beagle 1. p. 302.*

81. *Bertero* (bei Poeppig, Reise in Chile, 1. S. 288).

82. Mitteltemperatur der Falklands-Inseln 60,8 R; des Sommers 90,5; des Winters 30,5 (Dove); Temperaturtafeln, S. 5.

83. *Dumont d'Urville, Flora des Malouines (Mém. soc. Linnéenne de Paris, 4. p. 574).*

84. In *Hooker's Flora antarctica (Vol. 2)* zähle ich 143 Gefässpflanzen von den Falklands, darunter 27 endemische Arten. Reihenfolge der Familien: 22 Synanthereen (7 end.), 21 Gramineen (3 e.), 10 Cyperaceen (3 e.), 9 Caryophylleen (0 e.), 8 Ranunculaceen (5 e.), 8 Umbelliferen (1 e.); von den übrigen enthalten eine 5, vier je 4, eine 3 und 23 nur eine oder zwei Arten.

85. *Petermann's Mittheilungen, 1. S. 50.*

86. *Carmichael*, *some account of the Island of Tristan da Cunha; Flora of Tristan da Cunha* (Linn. Transact. 12, p. 483—513). Unter 29 Phanerogamen sind zwar 19 als endemisch beschrieben, darunter sämtliche Monokotyledonen (7 Cyperaceen und 4 Gräser), aber diese letzteren wenigstens bedürfen einer genaueren Vergleichung. Unter den 18 Dikotyledonen sind einige Pflanzen ebenfalls unsicher bestimmt; der einzige Strauch ausser *Phylica arborea*, *Empetrum medium* ist vielleicht von dem antarktischen *E. rubrum* nicht verschieden.

87. Aus Südamerika und namentlich von den Küsten der Magellanstrasse sind nach Tristan da Cunha eingewandert: die beiden Synanthereen *Lagenophora Commersonii* und *Chevreulia stolonifera*; die Rubiacee *Nertera depressa*, die als solche erkannt und von einer zweiten endemischen Art (*N. assurgens*) unterschieden wurde; sodann die Crucifere *Cardamine antiscorbutica* (*C. hirsuta* Hook. Fl. antarct.).

88. *Baker*, *distribution of Ferns* (Linn. Transact. 26, p. 374).

89. *J. Hooker* (*Journ. of Bot.* 2: Jahresb. f. 1843. S. 77) zählte in Kerguelens-Land 18 Phanerogamen: in seiner *Flora antarctica* finde ich 16 Arten auseinandergesetzt, ausserdem 2 antarktische Lykpodien und ein einziges Farnkraut (*Lomaria alpina*, ebenfalls aus der antarktischen Flora abstammend).

90. *J. Ross*, *Voyage in the Southern and Antarctic regions*, 1. p. 83. 73. 71.

91. *J. Hooker* bei Ross, das. 1. p. 83; 2. p. 339.

92. *J. Hooker*, *Flora antarctica* (Jahresb. f. 1844. S. 87).

93. Mittlere Luftwärme unter 64° S. B. im Januar 1843: — 0°,5 R., unter 62°—66° im Februar: — 0°,6 (Ross a. a. O. 2. p. 352. 360).



Berichtigungen.

- Bd. 2. S. 122. Ueberschrift, lies: Sudan.
S. 140. Z. 12 statt: Küstengebiete, lies: Küstengebirge.
S. 421. Z. 8 v. u. statt Afrikas, lies: Amerikas.
S. 464. Z. 15 v. u. statt 7* lies: 27*.
S. 525. Z. 9 v. u. zu Gattungen füge 44*.
-

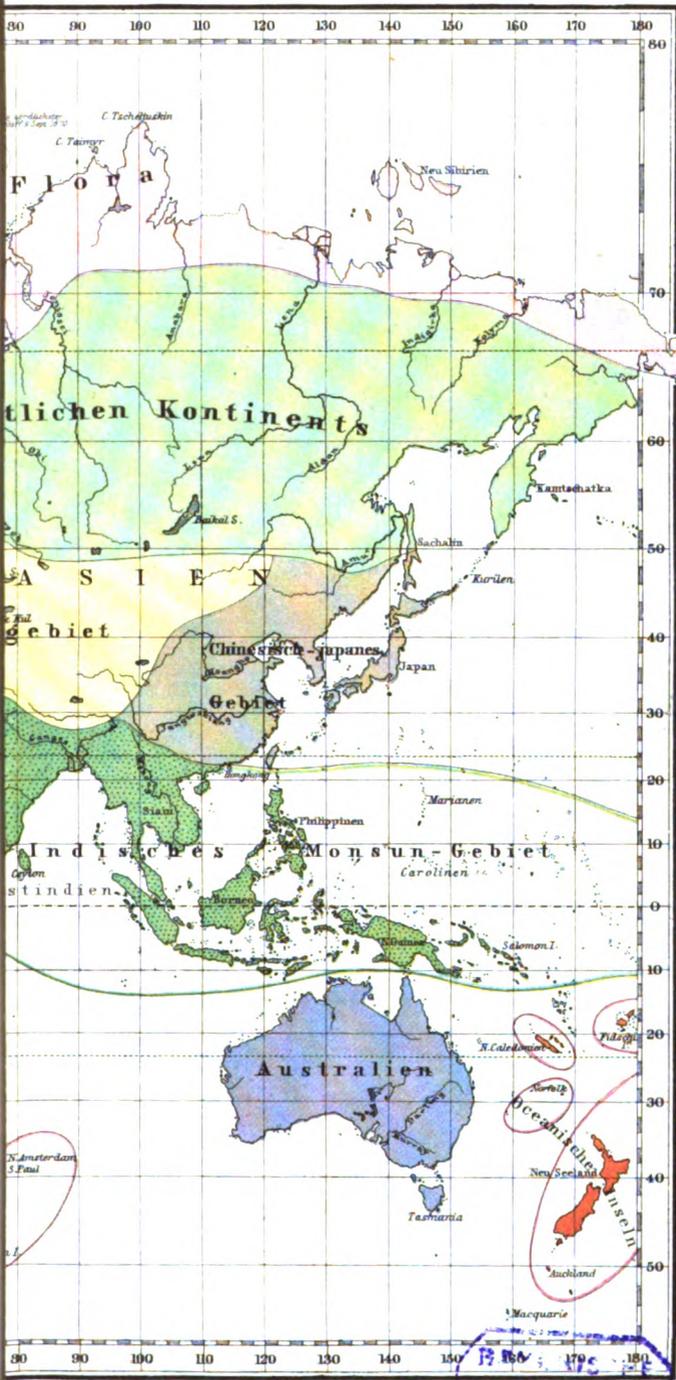
Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.





**DIE
VEGETATIONS-GEBIETE
DER ERDE.**

Von Prof. Dr. A. Grisebach.
Maßstab im Äquator 1:100,000,000



BSB
 BIBLIOTHEK
 MÜNCHEN
 Digitized by Google