

# Die Theorie der wechselnden kontinentalen und insularen Klimate

von

**Axel Blytt,**

Professor der Botanik an der Universität Christiania.

---

(Mit Tafel I.)

---

Im Jahre 1875 stellte ich in einem Vortrage, der in der Gesellschaft der Wissenschaften zu Christiania gehalten wurde, eine Theorie auf über die Einwanderung der norwegischen Flora. Ich suchte nachzuweisen, dass die Verbreitung der Pflanzen am leichtesten sich verstehen lässt, wenn man annimmt, dass das Klima saecularen Veränderungen unterworfen ist, in der Weise, dass Zeiträume mit einem feuchten und milden Klima mit andern Zeiträumen abwechseln, in welchen ein trockneres und mehr kontinentales Klima herrscht. Ich suchte ferner zu zeigen, dass im Bau der Torflager gewisse Verhältnisse zu Tage treten, welche ebenfalls auf eine ähnliche Periodicität hindeuten. Das Resultat meiner Untersuchungen legte ich in einer Arbeit über die Einwanderung der norwegischen Flora nieder, welche im folgenden Jahre gedruckt wurde <sup>1)</sup>.

Seit dem Erscheinen der eben genannten Schrift habe ich neue Gelegenheit zur Anstellung von weiteren Beobachtungen gehabt, welche die aufgestellte Theorie noch fester begründen können. Insonderheit habe ich den Bau einer großen Menge von Torfmooren im südöstlichen Norwegen untersucht. Die wichtigsten Ergebnisse dieser Forschungen sind in der von LÜTKEN und WARMING in Kopenhagen herausgegebenen »Tidsskrift for populäre Fremstillinger af Naturvidenskaberne« 1878 veröffentlicht worden. In der gegenwärtigen Abhandlung beabsichtige ich nun eine kurze Übersicht über die erwähnte Theorie in ihrer Gesamtheit zu geben, zugleich aber auch einige neuere Untersuchungen mitzutheilen, welche ich in letzter Zeit anzustellen Gelegenheit hatte. Diese Theorie scheint auch mehrere geologische Thatsachen ungezwungen zu erklären, wie wir im zweiten Abschnitte sehen werden. Dann folgen zuletzt einige Betrachtungen über die Flora von den Färöinseln, Island und Grönland.

---

<sup>1)</sup> Essay on the immigration of the Norwegian Flora during alternating rainy and dry periods. Christiania 1876.

### I. Die Flora und die Torfmoore <sup>1)</sup>.

Die norwegische Flora ist im großen Ganzen eine einförmige. Der Untergrund besteht meistens aus harten Felsarten, wie Gneis, Granit, Quarzit u. s. w. Wo das Gestein nicht durch Verwitterung gelockert worden, ist die Vegetation fast überall sehr arm an Arten. Entweder liegen die während der Eiszeit gefurchten und geschliffenen Klippen ganz nackt da, oder dieselben sind mit einer einförmigen Pflanzendecke überzogen, die aus gesellschaftlich auftretenden Arten besteht. Auf dem Hochgebirge findet man an der Untergrenze des ewigen Schnees zunächst einen Gürtel von Steingeröll, das ganz oder fast ganz aller Vegetation entbehrt. Weiter nach unten begegnet man gewöhnlich einem zusammenhängenden Teppiche von gelbgrauen Flechten (Cladonien, Cetrarien u. dergl.). Mit 4000 bis 4500 Fuß Höhe (im centralen Theil des südlichen Norwegens) beginnen graugrüne Weiden (*Salices*) von ein paar Fuß Höhe, in Verbindung mit Zwergbirken (*Betula nana*) und Wachholder (*Juniperus*), große Strecken zu bedecken. Diese wechseln mit haideartigen Abhängen, auf welchen Rauschbeeren (*Empetrum*), Vaccinien und einzelne zur Familie der Ericaceen gehörige Gebirgspflanzen neben Moosen (*Racomitrien*) und den eben erwähnten Flechten in gesellschaftlichen Massen auftreten. Bei 3000 bis 3500 Fuß fängt die Waldregion an, zunächst mit Birken (*Betula odorata*) und ein paar hundert Fuß tiefer mit Nadelhölzern (Fichte und Kiefer). Letztere drei Baumarten bilden fast ausschließlich den Bestand aller unserer Wälder, deren übrige Flora ebenfalls arm an Formen ist und über das ganze Land fast nur aus denselben Arten besteht. Im Fichtenwalde bilden Vaccinien zusammen mit gewissen Waldmoosen aus den Geschlechtern *Hypnum*, *Dicranum* und *Polytrichum*, im Kiefernwalde Haide (*Calluna*) und Flechten (Cladonien u. s. w.) die Hauptmasse der Pflanzendecke des Waldbodens. Sogar die üppigen Wiesenabhänge, die oft bis ganz zur oberen Weidengrenze emporsteigen, sind arm an Arten, und ihre Flora bleibt in allen Höhengürteln und über die ganze Ausdehnung des Landes hin fast die nämliche. Unsere waldlose Westküste ist zum größten Theil, wo der Fels nicht ganz nackt hervortritt, mit einem einförmigen Haideteppich überzogen. In den mit Lehm und Sand gefüllten Einsenkungen dieser Gebirgs-, Wald- und Haide-Strecken trifft man gewöhnlich Torfmoore, welche eine ebenso einförmige Flora zeigen, wie ihre Umgebung. Dieselbe besteht aus Sumpfsmoosen (*Sphagnum*), Riedgräsern (*Careces*), Wollgras (*Eriophorum*), Haide (*Calluna*) und in den Küstengegenden noch aus *Erica Tetralix* und einigen andern Arten.

Ein Scenenwechsel tritt indessen ein, sobald man, unter sonst günstigen

<sup>1)</sup> Ausführlichere Mittheilungen über die Flora finden sich in meiner oben genannten Arbeit: »Essay on the immigration etc.« sowie in M. et A. BLYTT, »Norges Flora«. 3 Theile. Christiania 1864—1876.

Verhältnissen, einen loseren Untergrund betritt, wie ihn die verwitternden Schiefer, die mit den Schiefeln wechselnden trockenen Kalkschichten, die losen Geröllablagerungen der festeren Gesteine und die Grusbedeckungen der Meeresufer darbieten. Alle derartigen Gebiete sind in der Regel unzugänglich für jene in geselligen Massen auftretenden Arten, und statt der ununterbrochenen Haide-, Moos- und Flechten-Decke finden wir hier in der Regel eine größere Abwechslung. Die Individuen wachsen gewöhnlich mehr zerstreut, so dass die Unterlage zum Vorschein kommt. Die Flora ist ärmer an Exemplaren, aber zum Ersatz dafür bedeutend reicher an Arten; ja der größte Theil unserer selteneren Arten wächst ausschließlich oder vorzugsweise auf derartigen losen Boden.

So stößt man z. B. in den oben beschriebenen einförmigen Gebirgsstrecken bisweilen auf Partien leicht verwitternder Schiefer, die blumengeschmückten Oasen mitten in der Wüste gleichen. Die meisten eigentlichen Gebirgspflanzen finden sich auf diesen Schiefeln, und viele Arten sind ausschließlich an dieselben gebunden. *Dryas octopetala* bildet einen leuchtenden weißen Blütenteppich, der mit blauen Sträußchen von *Veronica saxatilis*, gelben Kränzen von *Potentilla nivea*, und purpurfarbigen von *Oxytropis lapponica* wie mit einer Stickerei bedeckt ist, einer großen Menge anderer ebenso reizender Gebirgspflanzen nicht zu gedenken. Charakterpflanzen für diese Schieferflora des Hochgebirges sind, außer ein paar anderen, vorzugsweise *Dryas* und die kleine Weide *Salix reticulata* mit ihren netzadrigen, auf der Unterseite silberweißen Blättern.

Diese Schieferflora hat überall dasselbe leicht kenntliche Gepräge und zeigt einen entschieden arktischen Charakter<sup>1)</sup>. Dieselben Arten findet man wieder auf Spitzbergen, in Grönland und anderen hochnordischen Gegenden. Im südlichen Norwegen ist diese Flora auf die Gebirge beschränkt; erst in den nördlichen Theilen des Landes steigt dieselbe, wie in den anderen arktischen Gegenden in das Flachland herab.

Auf der beigegebenen Karte von Norwegen findet man die Orte angegeben, an welchen diese arktische Flora in ausgeprägtester Form und mit dem größten Reichthum an Arten auftritt. Aus derselben erhellt, dass die hierher gehörenden Pflanzen das Küstenklima scheuen. Die Gebirge am Meeresrand sind selbst da, wo sie aus Schiefer bestehen, arm an arktischen Pflanzen. Die reichsten derartigen Pflanzenkolonien treten in den eigentlich kontinentalen Gebirgsregionen auf, wo sie durch unsere höchsten Bergzüge und ausgedehntesten Firnmassen gegen die Seeluft geschützt sind, welche sonst durch die herrschenden Südwestwinde über das Hochland hineingeführt wird. Dem entsprechend findet man eine reiche arktische Flora im Osten unserer großen Gletscher, d. h. östlich vom Folgefon auf

1) Die Verbreitung unserer arktischen Flora ist ausführlicher behandelt in meinem »Essay on the immigration of the Norwegian Flora«.

der hardangerschen Hochfläche (Hardangerviddan) und östlich von Justedalsgletscher (Justedalsbræen) und unsern höchsten Berggipfeln, dem Jotunfjeld, in Lom, Våge und auf dem Dovre. Wenn man vom Dovrefjeld nach Norden geht, findet man eine reiche Schieferflora erst da wieder, wo aufs Neue große Gletscher auftreten, z. B. östlich von Svartisen und Sulitelma in Salten und Luleå Lapmarken, und endlich am weitesten im Norden, in Alten auf der Ostseite der großen Gletscher und Gebirge in Lyngen.

Diese arktische Flora hat, wie bereits oben erwähnt, die allergrößte Ähnlichkeit mit der Spitzbergens und Nordgrönlands. Dr. KJELLMAN hat mir erzählt, dass man auch auf Spitzbergen die artenreichste Flora in der größten Entfernung von der Küste, an den innern Enden der Fjorden (z. B. des Isfjords) findet, so dass die besprochene Pflanzengruppe auch unter so hoher Breite die Nähe des offenen Meeres sieht.

In der Schweiz zeigt diese Flora eine ähnliche Verbreitung (cf. CHRIST, Pflanzenleben der Schweiz. p. 339, 278, 279, 296, 298). Die der Schweiz und dem Norden gemeinsamen Alpenpflanzen findet man zum größten Theil wieder auf den Gebirgen Nordasiens (von 230 Arten 182). Die Theile der Schweizer Alpen, welche am reichsten an endemischen Alpenpflanzen sind, zeigen sich auch am reichsten an nordischen Gebirgspflanzen, und die reichste Alpenflora findet sich gerade in den Gegenden, deren Klima am ärmsten an Regen ist.

Es ist solchergestalt klar, dass diese Schieferflora einen kontinentalen Charakter trägt, und dies ist nicht schwer zu verstehen. Es reichen nämlich schon ein paar Wärmegrade hin, um die arktischen Pflanzen zum Keimen und Ausschlagen zu bringen. Die milden Winter der Küstengegenden, unter welchen der Boden oft schneefrei bleibt und die Temperatur häufig um einige Grade über und unter dem Frostpunkte hin- und herschwankt, richten diese Pflanzen unerbittlich zu Grunde, da die zarten Keime leicht vom Frost getödtet werden. Sogar im botanischen Garten in Christiania muss man die arktischen Pflanzen während des Winters zudecken, da dieselben sonst in milden Wintern leicht zu Grunde gehen. In jenen Gebirgsgegenden, wo der Winter ernster auftritt, werden sie durch den Schnee bewahrt, und erwachen erst dann wieder zu neuem Leben, wenn der Schnee durch die Frühlings- oder Sommersonne geschmolzen wird und also schon »Wärme in die Luft gekommen ist«.

Unter hohen steilen Gebirgen des Flachlandes findet man häufig Schutthalden aus herabgestürzten Steinen bestehend. Diese Schutthalden sind gewöhnlich trocken. Das Wasser sickert zwischen den Steinen ein und kommt erst am Fuße der Halde wieder zu Tage, wo es zuweilen zu Moorbildungen Veranlassung giebt. Auf den der Sonne ausgesetzten Schutthalen herrscht an warmen Sommertagen oft eine brennende Hitze. Der untere grobsteinige Theil des Schuttwalles ist in der Regel nackt oder nur mit Moos und Flechten bedeckt, aber in dem feineren Grus und Sand, der

den obersten Theil dieser Halden zu bilden pflegt, schlängelt sich ein Saum von lichtgrünem Gestrüpp und Buschwerk der Bergwand entlang, bestehend aus Hasel, Ulme, Linde, Esche, Ahorn, Eiche (*Quercus pedunculata*), *Sorbus Aria*, Rosen-, Hagedorn- und anderen wärmeliebenden Sträuchern und Baumarten. Wenn dieses Gebüsch nicht allzudicht aufwuchert, so birgt es in seinem Schatten eine reiche und abwechselnde Flora südlicher Pflanzenformen: starkkriechende Lippenblütler (*Origanum*, *Clinopodium*, *Calamintha*, *Stachys silvatica*), *Geranium Robertianum*, *Verbascum* und *Hypericum*-Arten, Schmetterlingsblumen, wie *Orobanchus vernus* und *niger* und *Lathyrus silvestris*, Zahnwurz (*Dentaria bulbifera*), verschiedene seltene größere Grasarten, und eine ganze Menge anderer zum Theil sehr seltener Pflanzen, die wir hier nicht alle aufzählen können. An dem inneren Sognefjord findet man auf solchem Schutt sogar einen Wald von Ulmen und einen Wald von Vogelkirschen (*Prunus avium*), die einzigsten Beispiele derartiger Wälder, die in Norwegen bekannt sind.

Diese Flora ist auf der Karte als die boreale bezeichnet. Wir begegnen ihr auf den Schuttablagerungen der verschiedensten Bergarten: Porphyr, Gneis, Granit, Schiefer, Kalk u. s. w. und sie bildet eine ebenso leicht erkennbare Pflanzenformation, als die arktische, von der sie sonst himmelweit verschieden, der sie aber in dem einen Stücke gleicht, dass sie, wie jene, das Küstenklima scheut, denn ihre Arten sind auf Trockenheit und Wärme angewiesen, und aus den Angaben der Karte wird man ersehen, dass die eigentlichen Fundorte derselben der inneren Fjordenregion angehören, z. B. dem Christianiafjord, dem Sognefjord und dem Throndhjemsfjord. Unter günstigen Umständen kann dieselbe 1500 bis 2000 Fuß über das Meer emporsteigen.

Noch reicher an Arten ist die Pflanzenwelt, welche auf den losen Schiefeln der Silurformation und auf den, mit letzteren abwechselnden Kalkschichten in den niedrigsten Küstengegenden des Christiania- und Skiensfjord bis zu einer Höhe von 1 bis 200 Fuß über dem Meere sich angesiedelt hat. In keiner anderen Gegend Norwegens findet man so viele Pflanzenarten auf einen so kleinen Raum zusammengedrängt. Denn neben den meisten borealen Arten tritt hier ein neues Element auf, das subboreale. Dieses fehlt auf der Nord- und Westseite des norwegischen Berglandes und gehört fast ausschließlich den allertiefsten Gegenden der Ostseite. Zu dieser Flora rechnen wir, neben vielen anderen: *Spiraea filipendula*, *Libanotis montana*, *Geranium sanguineum*, *Thymus Chamaedrys*, *Artemisia campestris*, *Rhamnus catharticus*, *Fragaria collina* u. s. w. Auch diese Arten sind kontinental und lieben warme und trockene Standorte.

Auf dem Sand und Grus der Meeresufer findet man häufig eine abwechselnde Flora. Außer den eigentlichen Strandpflanzen trifft man hier Repräsentanten aller drei obengenannten Artgruppen.

Alle bisher genannten Pflanzen fliehen also das ausgeprägte Küstenklima. Zum Ersatz dafür zeigen aber die eigentlichen Küstengegenden andere ihnen eigenthümliche Arten. In dieser Küstenvegetation kann man eine doppelte Flora unterscheiden: die Bergensche oder atlantische, und die Christianssandische oder subatlantische.

Die atlantische Flora hat in Norwegen ihre eigentliche Heimath in den westlichsten und feuchtesten Gegenden, besonders von Stavanger bis hinauf nach Christianssund. Viele ihrer Arten findet man außerhalb dieser Küstenstrecke, aber immer sparsamer, je weiter man sich vom Meere entfernt; in den inneren Fjordengegenden aber fehlen sie fast gänzlich. Zu dieser Flora gehört der Christdorn (*Ilex*), die Eibe (*Taxus*), der rothe Fingerhut (*Digitalis purpurea*), das Moorhaidekraut (*Erica Tetralix*) und eine Menge anderer zum Theil sehr seltener Pflanzen.

Die subatlantische Flora ist den südlichsten Küstengegenden im Amte Smaalehnene und im Christianssandischen Stift eigenthümlich. Dieselbe umfasst viele Arten, hat aber keinen so ausgeprägt insularen Charakter, wie die eben genannte, obwohl auch die hierher gehörigen Arten zum größten Theil am Christianiafjord nicht vorkommen. Als Beispiele können wir nennen: *Gentiana Pneumonanthe*, *Cladium Mariscus*, *Teucrium Scorodonia*, *Pulicaria dysenterica*, *Ajuga reptans*, *Berula angustifolia* u. s. w. Diese Küstenpflanzen lieben besonders harte Felsarten, und viele wachsen am liebsten an feuchten Orten.

Außer diesen Artgruppen wird man auf der Karte noch eine subarktische Flora angegeben finden. Diese Flora ist über das ganze Land verbreitet. In ihrer Gesamtheit betrachtet, trägt dieselbe einen insularen Charakter, denn ihre Arten scheuen in der Regel das Küstenklima nicht oder lieben zum großen Theil sogar feuchte Standorte. In schattigen Wäldern und auf feuchten Abhängen wird diese Gruppe am charakteristischsten vertreten durch *Mulgedium alpinum*, *Aconitum septentrionale*, *Archangelica* und *Angelica*, den großen weißblühenden *Ranunculus aconitifolius*, verschiedene größere Farne und Gräser und mehrere andere. Dieser subarktischen Flora gehören ebenfalls die meisten unserer Torf- und Moorpflanzen an, z. B. *Menyanthes*, *Triglochin palustre*, *Comarum*, *Pinguicula vulgaris*, *Andromeda polifolia*, *Myrtillus uliginosa* u. s. w.<sup>1)</sup> Aber auch andere Bestandtheile sind dieser Flora nicht fremd. Denn auf den trockneren Grasflächen unserer Hochgebirge begegnen wir einer anderen Gruppe von Arten, die nicht arktisch sind, z. B. *Chamaenerion angustifolium*, *Lotus corniculatus*,

1) Viele Autoren sind geneigt die arktische und subarktische Flora zu vermischen. Letztere hat freilich auch einen nordischen Charakter, aber sie stellt andere Forderungen an das Klima und hat eine andere geographische Verbreitung, sowie dieselbe auch, wie wir das weiter unten beweisen werden, einem anderen geologischen Horizonte angehört, als die oben besprochene arktische Flora.

*Ranunculus acris*, *Cerefolium silvestre*, *Geranium silvaticum*, *Alchemilla vulgaris*, *Geum rivale* u. a. m. Zur subarktischen Flora gehören von unsern Bäumen und Büschen unter anderen die Bergbirke (*Betula odorata*), die Kiefer und Fichte, die Vogelbeere (*Sorbus Aucuparia*), der Faulbaum (*Prunus Padus*), die Espe (*Populus tremula*) und die graue Erle (*Alnus incana*).

Die norwegische Flora besteht nach dem Gesagten somit aus mehreren Artgruppen, welche aus Arten von einigermaßen übereinstimmender Verbreitung sich zusammenfügen<sup>1)</sup>. Die Artgruppen treten freilich nie ungemischt auf, und man kann in derselben Gegend, z. B. um Christiania Repräsentanten aller oben genannten Gruppen auffinden, doch treten dieselben in gewissen Landestheilen in einer so großen Anzahl von Arten und Individuen auf, dass sie der Vegetation ihr ausgesprochenes Sondergepräge geben, und die beifolgende Karte weist nach, wo jede einzelne Gruppe ihre eigentliche Heimath hat.

So wie Norwegens Flora sich in der Gegenwart darstellt, war sie nicht von Anfang an. Es gab eine Zeit (und im geologischen Sinne liegt sie nicht so weit zurtück), da unsere Halbinsel bis auf die äußersten Felseninseln hinaus und bis in die südlichsten Thäler hinein ungezählte Jahrtausende hindurch in eine Decke von ewigem Schnee und Eis gefüllt war, aus welchem nur einzelne der höchsten Bergzinnen mit ihren nackten Wänden hervorragten.

Damals konnten die Bäume, Büsche und Kräuter, welche in der Gegenwart die norwegischen Thäler und Gebirge schmücken, hier nicht leben. Dieselben sind indessen (in jedem Fall, was einen großen Theil betrifft), gewiss älter als jene Eiszeit<sup>2)</sup>. Man findet unsere noch lebende Fichte und Kiefer, unsere Eibe (*Taxus*), unsere Wasserrilien (*Nymphaea*) und manche andere Pflanzen der Gegenwart fossil in Kohlenlagern, welche entschieden älter sind, als jene Periode. Daraus ergiebt sich die Nothwendigkeit, dass unsere Flora, als die Eisdecke zu schmelzen begann, aus anderen Ländern eingewandert sein muss, und dies wird zum Überfluss durch die Thatsache bestätigt, dass Skandinavien (jedenfalls, was Gefäßpflanzen betrifft), kaum eine einzige sichere Art besitzt, welche in andern Ländern mangelt.

Wie ist nun diese Einwanderung vor sich gegangen? Wenn wir bedenken, dass das Klima der Eiszeit nur ganz allmählich sich in dasjenige der Gegenwart umgewandelt hat (wie dies aus den geologischen Verhält-

1) Durch Studium der Verbreitungsverhältnisse, wie dieselben in BLYTT's norwegischer Flora angegeben sind, wird man in den meisten Fällen leicht entscheiden können, welcher der genannten Artgruppen eine bestimmte Art beizuzählen ist.

2) So haben die interglacialen Schieferkohlen der Schweiz (cf. HEER) eine Flora, die fast ausschließlich aus noch lebenden Arten besteht. Ähnliche Beweise für das große Alter unserer Flora können sogar aus praeglacialen Schichten (wie z. B. in England) beigebracht werden.

nissen hervorgeht), und dass die mehrfach genannten Artgruppen sehr verschiedene Ansprüche an das Klima stellen, so müssen wir schließen, dass die Einwanderung ebenfalls sehr allmählich von Statten gegangen ist, den langsamen Änderungen des Klimas im Laufe der Jahrtausende entsprechend.

Um diese Einwanderung genauer kennen zu lernen, wollen wir zuerst das Auftreten jener Artgruppen näher ins Auge fassen.

Mit Ausnahme der gewöhnlichsten Arten ist, wie die Karte ausweist, die Verbreitung der Gruppen keine zusammenhängende. Die arktische Flora tritt in ihrer ausgeprägten Gestalt nur hier und da in abgesprengten Kolonien auf, während in den Zwischenräumen die subarktische Flora die Herrschaft führt. Die boreale Flora tritt ebenfalls zerstreut auf, zunächst in den tieferen Gegenden des östlichen Landes, z. B. in der Umgegend des Christianiafjords und des Mjösen, und dann fern im Westen jenseits des Gebirgswalles an den inneren Armen der Fjorde der Westküste und in dem Flachlande des Nordens. In den zwischenliegenden tieferen Küstengegenden herrscht die atlantische Flora. Doch auch diese ist auseinander gesprengt; denn die meisten atlantischen Arten fehlen am Christianiafjord und finden sich erst im südwestlichen Schweden wieder ein. Einzelne sind in Skandinavien bloß an der norwegischen Westküste angetroffen, und treten erst in den Ländern westlich und südlich von der Nordsee wieder auf, z. B. *Scilla verna*, *Meum athamanticum*, *Erica cinerea*, *Hymenophyllum Wilsoni*, *Carex binervis* u. a. In gleicher Weise ist die subboreale Flora um den Christianiafjord isolirt, und verschiedene ihrer Arten kommen erst tief im inneren Schweden wieder zum Vorschein. Auch die subatlantische Flora theilt diese Zersplitterung; ihre Arten fehlen zum größten Theil am Christianiafjord, aber zeigen sich wieder in Südschweden.

Bei einer Menge der selteneren Arten sind die Sprünge in der Verbreitung geradezu Staunen erweckend, denn oft liegen mehrere Breitgrade zwischen den Fundorten derselben Art. Dies gilt von Arten aus allen Artgruppen, selbst wenn wir innerhalb der Grenzen unserer Halbinsel bleiben: ja einzelne arktische Pflanzen sind sogar so selten, dass sie in der ganzen alten Welt nur an einem einzigen Fundorte getroffen sind. Doch der Raum erlaubt uns hier nicht länger bei diesem Verhalten zu verweilen, das außerdem einem jeden Botaniker zur Genüge bekannt ist.

Wenn man diese großen Sprünge in der Ausbreitung der Arten und Artgruppen erklären will, sieht man sich vor die Frage nach der Pflanzenwanderung gestellt. Wandern die Arten in der Regel Schritt vor Schritt, oder pflegen sie auf einmal große Strecken zu überspringen? Einzelne Arten können unzweifelhaft ohne Menschenbeistand ein einzelnes Mal durch Meeresströme, Winde oder Vögel nach fernen Gegenden verführt werden; aber das solchergestalt übersiedelte Samenkorn hat nur sehr geringe Aussicht keimen zu können, da es den Boden schon durch einheimische Pflanzen

besetzt findet, welche in Massen von Individuen vorkommen. Die tägliche Erfahrung zeigt außerdem zur Genüge, dass die schrittweise Wanderung die Regel ist. Wenn wir daher das zerstreute Auftreten nicht einzelner Arten, sondern ganzer Gruppen von Arten an weit von einander entfernt liegenden Orten uns verständlich machen wollen, so hat keine Erklärungsweise größere Wahrscheinlichkeit für sich, als die, dass jene Artgruppen einmal unter begünstigenden klimatischen Verhältnissen über Gegenden ausgebreitet waren, aus welchen sie später verdrängt worden sind, und dass ihre nunmehrige Seltenheit und die Sprünge in ihrer Verbreitung die Folge eines theilweisen Aussterbens sind, welches durch Veränderungen des Klimas veranlasst wurde. Die gegenwärtige Verbreitung der Pflanzen ist somit nicht allein durch das Klima der Gegenwart bedingt, sondern in wesentlicher Beziehung auch eine Folge der wechselnden Ereignisse verschwundener Zeiten. In der Vegetation der Gegenwart spiegelt sich die spätere geologische Geschichte unseres Landes, und jene oben erwähnten Artgruppen bezeichnen Abschnitte derselben.

Man kann die Frage aufwerfen, ob man ein Recht zu der Annahme hat, dass die Arten, welche jetzt vorzugsweise oder ausschließlich auf einer bestimmten Unterlage wachsen, einmal auch auf anderen Gesteinen haben wachsen können? Hierauf lässt sich antworten: Wenn die Untersuchungen über grössere Strecken ausgedehnt werden, schmilzt die Zahl der Arten, welche ausschließlich auf einer bestimmten Unterlage wachsen, bis auf einen sehr kleinen Rest zusammen. Es zeigt sich nämlich zumeist bei Culturversuchen, dass die Arten, wenn Nebenbuhler ferngehalten werden, weit unabhängiger von der Beschaffenheit des Bodens sind, als in der freien Natur<sup>1)</sup>. Demnächst zeigen aber auch die Beobachtungen in den Thälern und auf den Berghöhen, dass die Arten nur unter bestimmten klimatischen Verhältnissen an eine bestimmte Unterlage geknüpft sind, dass sie aber unter anderen klimatischen Bedingungen andere Forderungen an die Unterlage stellen. Die Zahl der sogenannten »bodensteten« Arten schwindet auf

1) Mehrere Arten wachsen in der Natur nur da, wo sie von Schneewasser getränkt werden, manche sind im wilden Zustand an salzhaltigen Boden, manche an sumpfige Orte gebunden. Bei der Kultur zeigt es sich indessen, dass sie ausgezeichnet gedeihen unter Verhältnissen, die man hier nichts weniger als günstig bezeichnen würde. So wird z. B. *Catabrosa algida* in unserm botanischen Garten kultivirt und gedeiht vortrefflich ohne Schneewasser. Es ist ferner bekannt, dass Strandpflanzen bei der Kultur gut fortkommen, ohne dass man ihnen Salz zu geben braucht. Arten, welche in der Natur nur an sehr sumpfigen Orten wachsen, werden im botanischen Garten in Christiania in ganz trockenem Boden gezogen und nicht mehr begossen, als alle übrigen, gedeihen aber nichtsdestoweniger ausgezeichnet, z. B. *Veronica Beccabunga*, *Anagallis* und *scutellata*, *Carex chordorhiza*, *Epipactis palustris*, *Naumburgia thyrsoflora* u. m. Die Erklärung liegt darin, dass der Gärtner die Rolle des Schneewassers, des Salzes und des Sumpfes übernimmt, d. h. die Nebenbuhler fern hält, indem er das Unkraut ausjätet.

ein Minimum zusammen, wenn man die Untersuchungen über ein größeres Gebiet ausdehnt. Kontinentale Arten, welche in den südöstlichen Gegenden des Landes ohne Unterschied auf Kalk, Gneis, Porphyr, Schiefer u. s. w. wachsen, sind oft in den westlichen und nördlichen Landestheilen an den trocknen, warmen Kalk gebunden, wie denn eine Menge von Arten ihre Nordgrenzen und ihre Höhengrenzen auf Kalk haben<sup>1)</sup>. Umgekehrt findet man aber auch auf der feuchten Westküste oft sogar Sumpfpflanzen auf steilen Bergabhängen und auf Steingeröll, wo sie in einem trockneren Klima unmöglich wachsen könnten. So habe ich an der Küste von Bergensstift *Alnus glutinosa*, *Molinia coerulea*, *Succisa pratensis*, *Myrtillus uliginosa*, *Pinguicula vulgaris*, *Trichophorum caespitosum* auf steilen Bergen und auf Schutthalden wachsend gefunden; ja was noch mehr sagen will, man findet in unsern feuchten Küstengegenden nicht selten noch dazu mächtige Torflager, welche sich über Hügel und Abhänge hin ausstrecken. — Wenn das Klima sich ändert, wird daher auch die Verbreitung mancher Arten sich verändern. Oft werden dieselben unter den neuen Verhältnissen und im Kampf mit neuen Einwanderern von den Gegenden verdrängt werden, in welchen sie früher sich zu halten vermochten, oft sich dagegen an Orten ausbreiten können, die früher ihnen nicht zusagten.

Wenn wir uns nun nochmals vergegenwärtigen, dass die norwegische Flora aus mehreren kontinentalen und aus mehreren insularen Bestandtheilen zusammengesetzt ist, und dass alle diese Artgruppen ein mehr oder minder zerstreutes Vorkommen aufweisen, so scheint doch offenbar unsere Flora davon zu berichten, wie das Klima seit der Eiszeit saeculare Veränderungen erlitten hat, in der Art, dass trockene Zeiten mit kontinentalem Klima und feuchte Perioden mit insularem Klima mit einander abgewechselt haben, und das nicht bloß einmal, sondern wiederholte Male. So lange die Landverbindungen zwischen unserer Halbinsel und anderen Gegenden eine Einwanderung in größerem Maßstabe möglich machten, wanderte unter jeder kontinentalen Periode eine kontinentale Artgruppe, und unter jeder Regenzeit eine insulare Flora ein. Mit jedem neuen Umschlag erschienen somit neue Ansiedler. Diese verdrängten an manchen Orten die ältere Flora. Letztere ging jedoch nicht vollständig zu Grunde, sondern fand in Gegenden, deren Verhältnisse besonders günstig blieben, eine Freistätte. Durch den Wechsel derartiger Perioden musste unsere Flora gerade die Gestalt annehmen, in welcher dieselbe uns vorliegt. In trocknen, warmen Schutt- und Geröllmassen, auf den verwitterten Schiefeln unserer kontinentalen Gebirgsgegenden, auf den Kalkfelsen und dem Sand und Grus

1) Dies habe ich in Bezug auf Norwegen nachgewiesen in der Einleitung zu meiner Schrift: Christiania Omegns Phanerogamer og Bregner. Universitetsprogram Christ. 1870. Siehe auch Bl. Norges Flora und A. Blytt: Bidrag til Kundskaben om Vegetationen i den under Polarcirkelen liggende Del af Norge i Forh. i. Vid. Selsk. Christ. 1874.

der Uferränder müssen wir die Reste der kontinentalen Zeiten antreffen, während die feuchten Bergwiesen und Waldthäler und unsere regenreiche Westküste uns die Überlieferungen aus den Regenzeiten aufbewahrt haben. Aber im großen Ganzen musste unsere Flora einen einförmigen Charakter annehmen, denn einzelne Arten, welche von den Veränderungen unabhängig waren, mussten sich unausgesetzt auf Kosten der übrigen in ungeheuren Massen ausbreiten.

Diese Theorie dürfte vielleicht auch die Erklärung eines äußerst auffallenden Phänomens geben können, auf welches ich erst in den letzten Jahren aufmerksam geworden bin. Die allerniedrigsten Gegenden (vom Meeresspiegel bis zu 50—75 Fuß über demselben) sind nämlich auch die Theile unseres Landes, welche die reichhaltigste Flora besitzen. Selbst der sonst so einförmige Gneis zeigt, jedenfalls im Osten von Lindesnäs, in diesen allerniedrigsten Gegenden häufig eine sehr abwechselnde Vegetation. Dagegen beginnt bei 400 Fuß oder höher oft eine zusammenhängende, einförmige Haide- und Flechtendecke. Norwegen ist nun aber seit der Eiszeit gehoben. Die tiefsten Gegenden<sup>1)</sup>, welche am spätesten aus dem Meere aufgestiegen sind, sind noch nicht jenen klimatischen Umwälzungen ausgesetzt gewesen, welche die Flora der höherliegenden Gegenden so einförmig gemacht haben.

Die Moore enthalten mehr oder minder mächtige Torflager. Um nun zu ermitteln, wie diese Torflager sich gebildet haben, müssen wir ihre Zusammensetzung untersuchen. Es zeigt sich da, dass der Torf zum wesentlichsten Theil aus den Überresten von Sumpf- und Wasserpflanzen besteht, die an Ort und Stelle gewachsen sind und durch Wasser und Feuchtigkeit gegen die Einwirkung der Luft und die Verwesung geschützt wurden.

Viele Moore waren ursprünglich kleine Teiche, welche nach und nach mit organischen Resten sich füllten. Zuerst fanden sich Wasserpflanzen und Wasserthiere ein; später, da das Wasser seichter wurde, lösten Sumpfpflanzen, besonders Sumpfmoose (Sphagnum-Arten) jene ersten Bewohner ab, und bildeten einen nachgebenden, schaukelnden Teppich über dem Wasserspiegel. Wenn diese Moosdecke allmählich eine größere Dicke erreichte, presste dieselbe die unterliegenden Schlammschichten mehr und mehr zusammen, und die Torfschicht sank unter fortgesetztem Wachsthum, jenen nach, bis sie endlich oft den ganzen Teich ausfüllte. Dieses Zuwachsen der Teiche findet immer noch statt, und wenn wir die Beobachtungen an verschiedenen Orten zusammenfassen, können wir uns dasselbe in allen seinen Stadien vergegenwärtigen.

Es giebt indessen auch viele Moore, welche nie Teiche gewesen sind. Die obenerwähnten Sphagnum-Arten besitzen einen eigenthümlichen ana-

1) In den, diesen allerniedrigsten Gegenden angehörenden Torfmooren fehlen ebenfalls jene abwechselnden Lagen von Torf und Waldresten, welche ich weiter unten beschreiben werde, und welche nach meiner Ansicht auf ähnliche Änderungen des Klimas hindeuten, als die, von welchen die Verbreitung unserer Flora erzählt.

tomischen Bau, der vor anderen Pflanzen sie dazu befähigt, das Wasser, sowohl aus ihrer Unterlage, als aus der Luft aufzusaugen und festzuhalten. Sie können daher auch an solchen Stellen Torf bilden, wo kein Wasserspiegel vorhanden ist. So findet man häufig Moore, welche auf altem Waldboden ruhen. Der Grundtorf ist da, selbst an den tiefsten Stellen, voll von Waldresten und Baumstümpfen, deren Wurzeln oft tief in den unterliegenden Sand und Lehm eindringen; die übergelagerten Torfschichten bestehen dagegen aus Sphagnum. In unsern feuchten Küstengegenden finden wir sogar mächtige von Sphagnum gebildete Torflager, welche sich an Hügeln und Abhängen hinaufziehen, wo selbstverständlich nie Teiche haben existiren können.

Außer den erwähnten Sumpf- und Wasserpflanzen finden wir im Torf aber auch Reste von verschiedenen Pflanzen, welche auf trocknen Orten wachsen, theils solche, welche durch den Wind oder in anderer Weise von den umliegenden trockenen Abhängen in den Moor hinausgebracht wurden, theils aber auch solche, die auf dem Moor selbst gewachsen sind, zu Zeiten, wo seine Oberfläche trocken war. Es ist somit klar, dass der Torf die wichtigsten Beiträge zur Geschichte unserer Vegetation enthält, und dass die Untersuchung desselben von der größten Bedeutung für die Pflanzengeographie sein muss.

Die ältesten norwegischen Moore führen Torfschichten<sup>1)</sup>, deren mittlere Tiefe 16 Fuß beträgt. Unter der Oberfläche stößt man in der Regel auf eine Schicht von fast oder durchaus unvermischem Sphagnum, welche 4—6 Fuß mächtig zu sein pflegt. Diese ruht an manchen Orten auf einer Lage von Wurzelstöcken mit einzelnen umgeworfenen Stämmen zumal von Kiefern und Birken. Unter dieser Baumschicht kommt wieder holzfreier Torf. Auch dieser besteht wesentlich aus Sphagnum, aber während die oberste Sphagnumschicht hell und fast unverändert ist, und nur wenig Werth als Brennmaterial hat, sind die älteren Schichten gewöhnlich dunkler und fetter<sup>2)</sup>, das Sphagnummoos ist mehr oder weniger verändert und der Torf hat ein größeres Heizvermögen. In einer durchschnittlichen Tiefe von 8—10 Fuß begegnet man manchmal einer noch älteren Wurzelschicht, und unter dieser folgt wieder eine holzfreie Lage fetten Brenntorfes, der oft bei 12—14 Fuß Tiefe wieder auf einer Baumschicht lagert, worauf dann schließlich eine an Mächtigkeit variirende Torfschicht kommt, die auf Lehm oder Sand ruht, welcher die Unterlage des Moores bildet. So sind die ältesten Moore aus 4 Torfschichten gebildet, zwischen welchen man an manchen Orten 3 Lagen von Wurzelstöcken und Waldresten findet.

1) Die Untersuchung der Torfmoore geschah theils durch Besuch der Torfstiche, wo die Schichten durch Ausgrabungen bloßgelegt sind; theils durch Anwendung eines Torfbohrers, der so construirt ist, dass man mit demselben Torf aus verschiedenen Tiefen aufnehmen kann.

2) Die tiefsten Schichten sind doch zuweilen auch ziemlich hell und unverändert.

Diese Wurzelstöcke, welche so häufig sind, dass es nur wenig Moore giebt, in welchen sie ganz fehlen, stehen noch an Ort und Stelle, wo sie gewachsen sind, und die über- und untergelagerten Torfschichten sind durchaus ungestört geblieben. Die Wurzelstöcke sind nicht Reste von Menschenhand gefällter Bäume, wie einige gemeint haben. Man kann keine Spur von Axthieben oder sonstiger menschlicher Einwirkung erkennen, und ähnliche Wurzelstöcke findet man auch in den Kohlenlagern der Vorwelt, die größtentheils alte Torfmoore darstellen und lange zuvor sich bildeten, ehe der Mensch die Erde betrat. Die Wurzellager bestehen häufig aus einer einfachen Schicht von Baumstumpfen, aber nicht selten finden sich auch Wurzelstöcke auf Wurzelstöcken übereinander in derselben Waldschicht. Um die Bildungsweise dieser Wurzellager zu verstehen, wollen wir zur Betrachtung der Oberfläche unserer Moore übergehen.

Hier finden wir, wie überall, dass die Vegetation nach dem Grade der Feuchtigkeit wechselt. Die Oberfläche der trockneren Moore ist entweder theilweise oder ganz mit Haidekraut, Flechten und Wald (besonders Kiefer und Birke) bedeckt, und ihre Flora ist oft ganz dieselbe, wie die der umliegenden trockenen Abhänge. Bei zunehmender Feuchtigkeit verschwindet der Wald und das Haidekraut und wird zuletzt ganz von den dem Moore eigenthümlichen Arten verdrängt, wie Wollgras (*Eriophorum*), Sumpf-Heidelbeere (*Oxycoccus*), Sumpfmoss (*Sphagnum*), Riedgräser (*Carices*) u. s. w. Auf noch nasserem Stellen erhalten die *Sphagnum*arten ganz das Übergewicht, sodass sie fast jede andere Vegetation verdrängen, und auf den allernässesten Mooren, wo das Wasser über steht, wachsen Rohrschilf (*Phragmites*), Binsen (*Scirpus lacustris*) u. a.

Wenn wir den Torf auf den trockenen Wald- und Haidebedeckten Mooren untersuchen, so finden wir gleich unter der Oberfläche Lager von fast oder ganz unvermischem *Sphagnum*, selbst an Orten, wo die *Sphagnum*arten in unserer Zeit ganz verschwunden sind. Hieraus folgt, dass jene trockenen Moore nicht länger Torf bilden. Haidekraut, Flechten und Waldbäume vermögen ebensowenig dann Torf zu bilden, wenn sie auf trockenen Mooren wachsen, wie sie dazu im Stande sind, wenn sie auf trockenen Hügeln oder Bergen wachsen<sup>1)</sup>. Als die Oberfläche soweit ausgetrocknet war, dass jene Pflanzen das *Sphagnum*moos ganz verdrängten, hörte vielmehr die Torfbildung auf. Man findet oft mehrere hundert Jahr alte Bäume auf den Mooren stehen, deren Wurzeln in der Oberfläche liegen und zeigen, dass der Torf in Hunderten von Jahren nicht gewachsen ist. Oft aber treten Haide und Wald in zerstreuten Ansiedelungen auf trockneren Stellen

1) GRISEBACH behauptet (Emsmoore), dass *Calluna* bei der Torfbildung eine bedeutende Rolle spielt. Dies muss ich nach meinen Erfahrungen auf das Bestimmteste bestreiten. Haidekraut tritt im Torf immer nur als sehr untergeordneter Bestandtheil auf, und fehlt häufig ganz.

solcher Moore auf, in welchen die Torfbildung noch nicht abgeschlossen ist. Haidekrautbüsche, Wurzelstöcke und umgestürzte Stämme können unter solchen Verhältnissen vom Sphagnummoose überwuchert und conservirt werden, und in solcher Weise können sich sogar Torflager bilden, in welchen der eine Stumpf auf dem andern steht. Auf den waldbedeckten Mooren findet man oft haidebewachsene Sphagnumhügelchen, in deren Innerem ein alter Baumstumpf steht, und häufig wächst auf dem Hügel ein neuer Baum über dem Wurzelstock des alten. Denkt man sich nun, dass diese Waldmoore aufs Neue nasser würden, so würde offenbar der Wald zu Grunde gehen, das Sphagnummoos würde aufs Neue die Oberhand bekommen, und aus jenen Mooshügelchen mit ihren alten Wurzelstöcken würde sich im Laufe der Zeit ein Wurzellager derselben Art bilden, wie wir dieselben in den älteren Torflagern finden.

Die Wurzellager bedeuten somit Zeiten, wo die Oberfläche des Moores trockner war, als sonst, und in welchen die Torfbildung vielleicht Tausende von Jahren hindurch aufhörte, um später wieder aufs Neue anzufangen. In unsern ältesten Mooren finden wir die Spuren von drei derartigen trockenen Perioden, und jene Moore sind gegenwärtig oft wieder mit Wald bedeckt, also zum vierten Mal seit ihrem ersten Auftreten.

Um diese Änderungen im Feuchtigkeitszustande zu erklären, hat man seine Zuflucht zu lokalen Ursachen genommen, wie Verdämmung des Ablaufes, Sinken der Oberfläche<sup>1)</sup>, Ausgrabungen durch Bäche u. s. w. Die Untersuchung der norwegischen Moore hat mich indessen zu der Überzeugung gebracht, dass dergleichen lokale Ursachen nicht ausreichen und dass die Erklärung derselben nur derselben Theorie von wechselnden trockenen und feuchten Perioden entnommen werden kann, auf welche wir durch die Betrachtung der norwegischen Flora geleitet wurden. Wenn die Regenmenge und die Feuchtigkeit der Luft sich veränderte, musste auch die Oberfläche der Moore trockner oder feuchter werden, und in solcher Weise werden sich dann auch im Laufe der Zeiten derartige abwechselnde Schichten von Torf und Waldresten gebildet haben, wie wir dieselben in unsern Mooren finden.

Es liegen nämlich verschiedene Umstände vor, welche darauf hin zu deuten scheinen, dass die Torfschichten und Waldschichten der verschiedenen Moore geologisch gleichzeitig sind. Dies lässt sich meines Erachtens in verschiedener Weise beweisen; zuerst durch Betrachtung der gegen-

---

4) Hier ist der Ort, um darauf aufmerksam zu machen, dass wechselnde Lagen von Torf und Waldresten auch in den Mooren sich finden, welche auf Abhängen liegen, auf welchen nie ein Teich existirt haben kann; so zeigen die auf abschüssigem Terrain liegenden Heimdalsmoore bei Throindhjem (430' ü. M.) Torflager, welche bis 45' mächtig sind und in welchen ich zwei Schichten mit Baumwurzeln beobachtet habe. Ähnliche Verhältnisse habe ich auf der eigentlichen Westküste angetroffen.

wärtigen Vegetation der Moore, dann durch Berücksichtigung des Aufstiegens unserer Halbinsel, und endlich innerhalb engerer Gebiete durch die Beschaffenheit der in den Torflagern eingeschlossenen Pflanzenreste.

Wenn der Wechsel von Torf- und Waldschichten auf lokale Gründe zurückzuführen wäre, so müsste man auch in den nassen Mooren ebenso oft Wurzelschichten finden, als in den trockenen, denn solchen Falls müssten ja doch auch manche Moore gegenwärtig nasser sein, als früher. So weit meine Erfahrung reicht, fehlen nun aber die Wurzellager in den nassen Mooren und finden sich nur in den trockenen, und in diesen treten sie besonders an denselben Orten auf, wo die Oberfläche in unsern Tagen wald- oder haidebewachsen ist. Die Moore sind gegenwärtig im großen Ganzen trockner als früher. Der größte Theil der Moore, welche ich im südöstlichen Norwegen gesehen habe, ist jedenfalls theilweise mit Wald oder Haide bedeckt<sup>1)</sup>. In diesen Gegenden scheint die Torfbildung in der Gegenwart nur noch in Gewässern und an der Oberfläche von zugewachsenen, aber noch nicht ausgefüllten Teichen statt zu haben. In früherer Zeit fanden jedoch andere Verhältnisse statt, denn die oben erwähnte Sphagnumschicht, welche man fast immer unter der Oberfläche vorfindet, beweist, dass der Gegenwart eine Zeit vorausging, in welcher die Moore weit nasser waren, und in welcher die Torfbildung noch an manchen Orten statt hatte, wo dieselbe unter dem jetzt herrschenden Klima längst aufgehört hat<sup>2)</sup>. Dass diese feuchte Zeit weit zurückliegt, ist daraus zu ersehen, dass in diesen jüngsten Torfschichten häufig vorhistorische Steingeräthe in der geringen Tiefe von nur 1—2 Fuß unter der Oberfläche gefunden sind.

Norwegen ist seit der Eiszeit im Verhältniss zum Meere gestiegen. In diesen früher wasserbedeckten Landestheilen nimmt die Tiefe der Torfmoore um so mehr zu, je höher man empor steigt. Der Grund hiervon liegt unzweifelhaft darin, dass die Torfbildung schon lange ihren Anfang genommen hatte, ehe das Land das Niveau der Gegenwart erreichte. Das Wachstum des Torfes ist demnach ein so langsames gewesen, dass es mit demselben Zeitmaße gemessen werden muss, wie das Aufsteigen des Landes.

Dieses Aufsteigen ist kaum überall gleich rasch vor sich gegangen. Innerhalb engerer Grenzen dürfte dasselbe jedoch einigermaßen gleichmäßig gewesen sein. So hat man im südöstlichen Norwegen die höchsten

---

1) Nicht weil der Torf so hoch gewachsen ist, dass die Feuchtigkeit nicht mehr die Oberfläche erreichen kann, denn die ziemlich untiefen Moore in den niedrigsten Gegenden sind eben so trocken, wie die ältesten und tiefsten, und die Wurzellager beweisen außerdem, dass ähnliche trockne Zustände zeitweis eingetreten sind, lange ehe der Torf seine gegenwärtige Mächtigkeit erlangt hatte.

2) Professor STEENSTRUP ist durch seine Untersuchung der dänischen Moore zum selben Schluss geführt worden. Er kommt zu dem Resultat: dass »der Nachwuchs des Torfes unter den dermaligen Natur- und Kulturzuständen so geringfügig ist, dass derselbe in staatsökonomischem Betracht als Null anzusetzen ist«.

Andeutungen der alten Überfluthung an mehreren Stellen in einer Höhe von ungefähr 600 Fuß über dem Meere vorgefunden. Wenn wir nun aber von dem gegenwärtigen Strande zu diesen höchsten Ufermarken aufsteigen, so schieben sich immer ältere und ältere Torfschichten am Boden der Moore unter den jüngeren ein. Die besprochenen Torf- und Waldschichten treten in dem genannten Theile des Landes in den verschiedenen Mooren ebenfalls in entsprechenden Höhen über dem Meeresspiegel auf. Hierdurch wird man in den Stand gesetzt zu bestimmen, unter welchem Abschnitt der Aufsteigung dieselben sich bildeten.

In den niedrigsten Gegenden des südöstlichen Norwegens bis 30 Fuß über dem Meere findet man selten Moore, die tiefer sind als 2—4 Fuß. Dieselben enthalten keine Waldschicht. Ihr Torf ist gleichzeitig mit dem jüngsten der oben genannten vier Schichten und diese Schicht wurde somit in der allerspätesten Zeit der Aufsteigung gebildet.

In der Höhe von 30—50 Fuß findet man Moore, deren Torf eine Mitteltiefe von 5 Fuß besitzt. Den Boden derselben bildet an mehreren Orten eine Waldschicht, die jüngste der drei. Dieselbe bezeichnet eine trockene Periode, unter welcher das Land sich ungefähr 20 Fuß gehoben hat.

Von 50—150 Fuß über dem Meere wächst die mittlere Tiefe des Torfes von 5—10 Fuß. Die Moore sind aus zwei Torflagern und einer zwischen denselben eingelagerten Waldschicht zusammengesetzt; letztere ist gleichzeitig mit der, welche in den niedrigerliegenden Mooren den Boden bildet. Die tiefere der beiden Torfschichten ist während der Regenzeit gewachsen, welche unter diesem Theil der Aufsteigung eintrat<sup>1)</sup>; ihre Mächtigkeit nimmt mit der Meereshöhe zu und dieselbe erreicht ihre volle Entwicklung bei 150 Fuß über dem Meere.

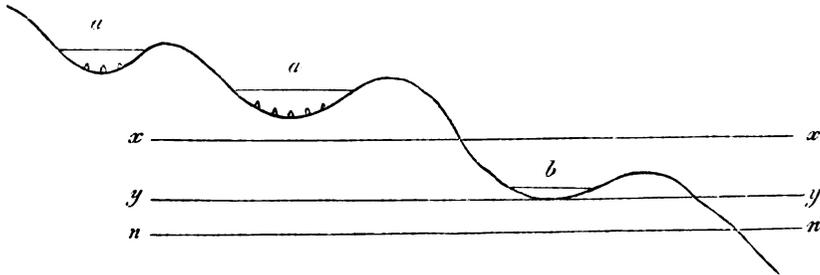
Von 150—350 Fuß finden wir Moore, welche eine Mitteltiefe von 10—12 Fuß aufweisen und zwei Torfschichten, sammt zwei Waldschichten, einschließen. Die eine der beiden Waldschichten wurzelt in der Unterlage des Moores, und in diesen Gegenden wächst die Dicke des Torfes nicht mit der Meereshöhe. Das Klima während dieses Abschnittes der Hebung war trocken, und die Torfbildung fand deshalb nur an den nässesten Punkten statt. An manchen Orten, welche später versumpften, wuchs damals Wald<sup>2)</sup>. Während der nachfolgenden Regenzeit wurden diese Wälder im Torf be-

---

1) Die Muschelbänke, welche gleichzeitig sich bildeten, zeigen, dass das Meer damals wärmer war, als jetzt. Mit dem wärmeren Meer folgte jedenfalls auch ein feuchteres Klima und häufigerer Regen.

2) Diese Trockenzeit entspricht einer Steigung von 200 Fuß, die folgende dagegen nur einer Steigung von 20 Fuß. Da die verschiedenen Torflagern ungefähr dieselbe Mächtigkeit zu haben pflegen, ist es nicht unwahrscheinlich, dass die trockenen und feuchten Zeiten ungefähr gleich lang gedauert haben. Hieraus würde dann aber folgen, dass die Geschwindigkeit der Hebung nachgelassen hat, und dass das Land während der letzten der trockenen Zeiten 10mal langsamer vorgestiegen ist, als unter der vorletzten.

graben. Hierin muss man die Ursache dafür finden, dass man in diesen Gegenden so häufig Wald auf dem Grunde der Moore findet, und dass die



Mögen  $a$ , und  $a$  zwei höhere,  $b$  ein tiefer liegendes Bassin vorstellen, während  $n-n$  den gegenwärtigen Meeresstand bezeichnet. Die Bassins  $a$ , und  $a$  wurden in einer trockenen Zeit gehoben und überwachsen mit Wald. Da begann eine Regenzeit, als das Land bis zum Niveau  $x-x$  gehoben war. Die Wälder in  $a$ , und  $a$  wurden unter Torf begraben. Während der Dauer dieser Regenzeit wurde das Bassin  $b$  gehoben, und in diesem trat alsbald Torfbildung ein, ehe noch irgend welcher Waldwuchs aufgetreten. Da der Torf in  $a$ , und  $a$  die ganze Zeit hindurch hat wachsen können, während welcher die Hebung von  $x-x$  bis  $n-n$  sich vollzog, während der Torf in  $b$  zu seiner Bildung nur auf den letzten Abschnitt der Hebung (von  $y-y$  bis  $n-n$ ) beschränkt war, so muss der Torf in  $a$ , und  $a$  unter sonst gleichen Umständen mächtiger sein, als der Torf in  $b$ ; der Torf in den beiden Bassins  $a$ , und  $a$  wird aber gleiche Tiefe zeigen, weil derselbe in beiden Bassins im selben Zeitpunkt zu wachsen anfangt.

Tiefe des Torfes nicht mit der Höhe über dem Meere wächst; denn der größte Theil der Moore, welche zwischen 150—350 Fuß über dem Meere liegen, fing in einer Zeit zu wachsen an, da das Land 150 Fuß tiefer lag, als in der Gegenwart, und eine neue Regenzeit eintrat<sup>1)</sup>.

Höher als 350 Fuß finden wir Moore von 13—14 Fuß mittlerer Tiefe mit zwei im Torf eingeschlossenen Waldschichten und drei Torflagern<sup>2)</sup>. In noch grösserer Höhe finden wir endlich die ältesten Moore mit 4 Torfschichten und 3 Waldschichten. Oberhalb der höchsten Wasserstandzeichen wächst jedoch die Tiefe des Torfes nicht mehr mit der Meereshöhe. Die

1) Muschelbänke hat man am Christianiafjord zwischen 350 und 200 Fuß über dem Meere nicht gefunden. In Bohuslen finden sich jedoch nach OLBERS solche in allen Höhen bis 539 Fuß über dem Meere. Hieraus dürfen wir schließen, dass lokale Verhältnisse (vielleicht Eisbedeckung des Fjords) die Bildung derartiger Bänke an den Ufern des mehr eingeschlossenen Christianiafjords verhindert haben, Cfr. unten p. 26.

2) Die Muschelbänke, welche zwischen 550 und 350 Fuß über dem Meere liegen und welche man als glaciäre bezeichnet hat, sind gleichzeitig mit unsern ältesten Torfschichten. Sie sind indessen nicht arktisch in dem Sinne, in welchem wir das Wort gebrauchen. Unsere arktische Flora besteht nur aus Pflanzen, welche auf Spitzbergen, in Nordgrönland und anderen ausgeprägt arktischen Gegenden wachsen. Die betreffenden Muschelbänke enthalten dagegen ausser rein arktischen Thieren auch andere, welche in jenen arktischen Gegenden fehlen und vielmehr dem subarktischen Elemente unserer Flora entsprechen.

Moore, welche 7—800 Fuß über dem Meere liegen, sind durchschnittlich ebenso tief als diejenigen, welche 1500—2000 Fuß über demselben liegen.

Dies scheint nach den vorhandenen Untersuchungen die gewöhnliche Bauart der Moore des südöstlichen Norwegens in verschiedenen Höhen über dem Meere zu sein. Aber auch hier ist die Regel nicht ohne Ausnahmen, doch dienen letztere eher dazu, die aufgestellte Theorie vom Wechsel trockener und feuchter Perioden zu bekräftigen, als dieselbe zu schwächen. Selbst in bedeutenden Höhen findet man nämlich oft Moore von geringer Tiefe, aber in letzteren findet man beständig Kohle, bisweilen im Torf eingelagert, vorzugsweise aber auf dem Grunde der Torflager<sup>1)</sup>, und in den kohlenhaltigen Schichten stehen auch Wurzelstöcke, die nicht verbrannt sind. Diese Kohlen erklären die geringe Tiefe der Moore, denn dieselben schreiben sich ohne Zweifel von Wald- und Moorbränden her, welche während einer der trockenen Zeiten die älteren Torfschichten vernichteten<sup>2)</sup>. Nach dem Brande fand der Wald sich wieder ein, wo Moor gewesen, aber mit Beginn der nächsten Regenzeit ging der Wald zu Grunde. In diesen Mooren finden wir somit bloß Torf aus den Regenzeiten, welche dem Brande nachfolgten. Auf solche Weise wird es sogar möglich, dass man Moore, die auf Waldgrund ruhen, selbst in solchen Gegenden finden kann, die unter Regenzeiten aufstiegen.

Andere Moore haben eine Tiefe, die grösser ist, als die Mitteltiefe. Aber auch die Maximaltiefe steigt mit der Höhe bis zur höchsten Wasserstandsmarke. In den allerniedrigsten Gegenden habe ich nie Torflager gefunden, die über 13 Fuß tief waren. In den höheren findet man Torflager von 20 bis 26 Fuß Mächtigkeit; tiefere Torflager kennt man aber in Norwegen nicht. In meinem »Essay on the immigration« habe ich freilich angeführt, dass der Moor bei Ör in der Nähe von Frederikshald nach erhaltener Angabe 44 Fuß tief sein solle. Diese Angabe war aber verkehrt. Ich habe selbst jenen Moor bei Ör untersucht und gefunden, dass seine Torfschichten nur die halbe Mächtigkeit (22 Fuß) besitzen. Diese tiefen Moore sind zugewachsene Teiche. In denselben fehlen entweder eine, oder sämtliche

---

1) Kohlschichten findet man bisweilen sowohl auf dem Grunde wie oben im Torfe, was auf wiederholte Brände deutet. Kohle ist in unsern Wäldern so häufig, dass man sich dem Glauben zuneigen muss, dass es kaum Einen Wald giebt, der nicht durch Brand heimgesucht worden. Da der Blitz dürre Bäume anzündet, und solche in der Zeit der Urwälder im Überflusse vorhanden waren, so konnten Waldbrände natürlich leicht entstehen auch ohne Zuthun der Menschen.

2) Sehr trockne Torflager sollen in warmen Sommern sogar durch Selbstentzündung in Brand kommen können und das Feuer soll sich bis 12 Fuß unter die ursprüngliche Oberfläche des Torfes verpflanzen können. (Cfr. NÖGGERATH in Sammlg. gemeinverst. Vortrg. Berlin 1875. Nr. 4).

Waldschichten, oder sie enthalten mächtige Waldschichten, in welchen ein Wurzelstock über dem andern steht. Diese Moore waren demnach so nass, dass ihr Torf auch in den trockenen Zeiten weiter wuchs, während die meisten andern Moore ihr Wachstum eingestellt hatten und es ist somit nur ganz natürlich, dass ihre Torfschichten mächtiger sind als die der andern Moore.

Dies sind die Resultate, zu welchen die Untersuchung der Moore des südöstlichen Norwegens mich geleitet hat. Diese Untersuchungen sind bereits jetzt so zahlreich und stimmen so gut mit den Untersuchungen überein, welche ich über die Moore der norwegischen Westküste angestellt habe, dass ich es als sehr wahrscheinlich bezeichnen darf, dass auch zukünftige Untersuchungen dieselben nur bestätigen werden.

Professor STEENSTRUP hat in den dänischen Mooren 4 Torfschichten nachgewiesen, welche 4 Abschnitte aus der Einwanderungsgeschichte der Flora Dänemarks bezeichnen, insofern jede dieser Torfschichten durch eine besondere Flora charakterisirt wird. Auf dem Grunde liegt eine Torfschicht, in welcher sich Blätter der Espe (*Populus tremula*) finden; darüber folgt eine Schicht mit hineingestürzten Kieferstämmen<sup>1)</sup>, darüber eine weitere mit hineingestürzten Eichenstämmen (*Quercus sessiliflora*) und zu oberst eine solche mit Erle (*Alnus glutinosa*). Er bezeichnet diese 4 Lagen, die mit großer Regelmäßigkeit in einer Menge von Mooren wiederkehren, als die Perioden der Espe, der Kiefer, der Eiche und der Erle.

Wenn es bisher nicht hat gelingen wollen, eine Übereinstimmung zwischen den dänischen Mooren und denjenigen unserer Halbinsel nachzuweisen, so liegt der Grund darin, dass man zu solcher Vergleichung nur die Moore in unsern niedrigsten Gegenden gewählt, und auf die Hebung nicht genügende Rücksicht genommen hat. Norwegen ist volle 600 Fuß ge-

---

1) Es ist viel daran gelegen, dass man diese längs der Ränder des Moores vorkommenden hineingestürzten Bäume nicht mit den Wurzelschichten verwechselt. Die Wurzelschichten sind Reste von Bäumen, welche während der trockenen Zeiten auf der Oberfläche des eigentlichen Moores wuchsen. Von diesen Bäumen sind allein die Wurzelstöcke, und nur selten Stämme aufbewahrt worden. Anders verhält es sich mit den Bäumen, welche während der regenreichen Zeiten an den trockenen Uferabhängen der Moore wuchsen. Von diesen sind nicht blos die Stämme und Zweige, sondern auch die Blätter, ja bisweilen sogar die Blüten aufbewahrt. Nach diesen längs der Ufer der Moore gewachsenen Bäumen war es denn auch, dass STEENSTRUP seinen drei ältesten Perioden ihre Namen gegeben hat, als die Zeiten der Espe, der Fichte und der Eiche. So leicht zerstörbare Pflanzentheile, wie Blätter und Blüten, können nur dann erhalten bleiben, wenn sie in ein nasses Moor fallen, dessen Torf in verhältnissmäßig raschem Anwachsen begriffen ist. Die Wurzelstöcke und Stämme sind weit dauerhafter. GÖPPERT (Urwälder Schlesiens und Böhmens in Acta nova XXXIV.) hat sogar nachgewiesen, dass ein Stamm 44—1200 Jahr im Urwalde liegen kann, ehe er vollständig vermodert.

stiegen, während die Hebung Dänemarks sehr gering war und an manchen Punkten vielleicht gar nicht statthatte. Auf dem Grunde jener dänischen Moore findet man Lehm mit Resten einer arktischen Flora. Auf dem Grunde der norwegischen Moore, welche man vergeblich mit jenen hat vergleichen wollen, trifft man dagegen Hasel, Eiche und Austerschalen, welches einen weit jüngeren Ursprung nachweist. Wählt man dagegen die ältesten Moore Norwegens zur Vergleichung, so lässt sich die Parallele wohl durchführen.

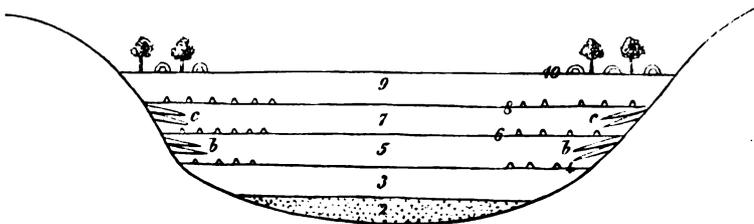
Aus den dänischen Beobachtungen ergibt sich nämlich, dass Lager von Wurzelstöcken auch in vielen Mooren Dänemarks vorkommen, und die genauen Beschreibungen STEENSTRUP's weisen nach, dass sie zwischen den Torfschichten der verschiedenen Perioden auftreten. Daraus erhellt, dass diese Waldschichten die einzigen Überbleibsel jener langen trockenen Zeiten darstellen, während welcher die Flora des Landes sich änderte und neue Baumarten einwanderten. Wir müssen ferner den Schluss machen, dass jene dänischen Torfschichten gleichzeitige Bildungen sind mit jenen oben beschriebenen 4 Torfschichten, welche wir in den Mooren des südlichen Norwegens nachgewiesen haben und das findet noch weitere Bestätigung durch die Pflanzenreste, welche in den Torflagern eingeschlossen sind, denn die wärmeliebenden Laubhölzer, Hasel, Esche, Eiche u. dergl. sind weder in Dänemark noch in Norwegen in den beiden ältesten Torfschichten aufgefunden.

Wir würden solchergestalt für Dänemark und das südöstliche Norwegen folgendes geologische Profil entwerfen können.

1. Letzter Abschnitt der Eiszeit. Feuchtes Klima.

2. Lehm mit arktischen Pflanzen: *Dryas*, *Salix reticulata*, *S. polaris*, *Betula nana* u. a. m. Diese fanden sich damals sogar in Schonen und Seeland. Die arktische Flora bezeichnet ein kontinentales Klima. Dasselbe Kontinentalklima, welches die Verbreitung der arktischen Pflanzen begünstigte, brachte auch in Folge der Abnahme des Niederschlages die Gletscher zum Zurückweichen.

3. Torf mit Blättern von *Populus tremula* und *Betula odorata*, ungefähr 3 Fuß.



4. Wurzelstöcke und Waldreste.

5. Torf mit hineingestürzten Kiefernstämmen (*b*) und (jedenfalls in Dänemark) mit Steingeräthen, ungefähr 4 Fuß. Die Kiefer wuchs damals in

Dänemark, wo sie nun nicht mehr wild vorkommt. Während der Bildung der Schichten 3, 4 und 5 wanderte die subarktische Flora ein.

6. Wurzelstöcke und Waldreste. In dieser Schicht (aber nicht tiefer) findet man, jedenfalls im südlichen Norwegen, Hasel, Eiche und andere wärmeliebende Laubbölder. Der Haselstrauch war damals viel häufiger als gegenwärtig. Einwanderung der borealen Flora. Beim Beginn dieser Periode lag das südliche Norwegen 350 Fuß tiefer als jetzt.

7. Torf (durchschn. 4 Fuß) mit hineingestürzten Stämmen von *Quercus sessiliflora* (c), welche damals weit häufiger war, als in der Gegenwart, was auf ein mildes insulares Klima hindeutet. Das südöstliche Norwegen lag beim Beginn dieser Periode 450 Fuß tiefer als jetzt. Eine westliche (dort aber nun ausgestorbene) Fauna lebte im Christianiafjord. Die atlantische Flora wanderte ein.

8. Wurzelstöcke und Waldreste. Beim Beginn dieser Periode lag das südöstliche Norwegen 50 Fuß tiefer als jetzt. Die subboreale Flora, welche vorzugsweise den allerniedrigsten Gegenden (bis 75 Fuß über dem Meere) angehört, wanderte ein.

9. Torf (gewöhnlich loses *Sphagnum*) ungefähr 5 Fuß. Die subatlantische Flora wanderte ein. Steingeräthe in Norwegen noch gebräuchlich.

10. Gegenwart. Die Moore sind zum größten Theile trocken, und jedenfalls zum Theil mit Haide und Wald bewachsen. Eine neue Wurzel-schicht steht in den Mooshügelchen der Moore fertig da, um unter neuen Torflagern begraben zu werden, sobald eine neue Regenzeit beginnen sollte.

Die Eiszeit wurde nach J. GEIKIE nicht bloß ein- sondern mehrere Male durch lange Perioden unterbrochen, während welcher die Gletscher abnahmen, um später wieder aufs Neue zu wachsen. Zwischen den Regenzeiten und den Eiszeiten muss eine Beziehung statthaben, denn der Regen wird ja im Winter zu Schnee und Eis, und die Gletscher müssen mit dem Niederschlag wachsen und einschwinden. Solchergestalt umschließt die Eiszeit wahrscheinlich sehr lange Zeiträume, unter welchen trockene und feuchte Perioden wiederholt mit einander abwechselten. Unsere arktische Flora und ein Theil der subarktischen hat Grönland und Nordamerika mit uns gemein. Die übrigen Bestandtheile der norwegischen Flora besitzen dagegen einen rein europäisch-asiatischen Charakter. Es ist möglich, ja wohl sogar wahrscheinlich, dass jene grönländischen Elemente in unserer Flora Reste aus den interglacialen Zeiten sind. Wenn unser Land zum letzten Mal ganz unter Eis und Schnee begraben lag und welche Landverbindungen seit jener Zeit eingetreten sind, ist uns freilich unbekannt.

Als das Eis während einer trockneren Periode sich zurückzog, fand sich zuerst die arktische Flora ein. Im Lehm unter den dänischen und skånischen Mooren liegen Blätter arktischer Pflanzen, z. B. von *Dryas octopetala*

und von *Salix reticulata*, die beide Charakterpflanzen der arktischen Flora darstellen. NATHORST hat eben diese Flora in Schweden zwischen zwei alten Grundmoränen aufgefunden. Dieselbe war damals sogar über die südlichsten Theile Skandinaviens verbreitet, wo dieselbe jetzt fehlt. Daraus ist ersichtlich, dass man nicht auf weitreichende Verschleppung des Samens zurückzugreifen braucht, um die Sprünge zu erklären, welche uns in der gegenwärtigen Verbreitung dieser Flora auf unserer Halbinsel entgegenreten.

Unter den zunächst hiernach folgenden klimatischen Änderungen fand die Einwanderung der subarktischen Flora statt, während gleichzeitig die beiden ältesten Torfschichten und die älteste Waldschicht sich bildeten. In den genannten Schichten hat man nämlich bisher nur arktische und subarktische Pflanzen nachgewiesen. Oben haben wir ja auch gesehen, dass die subarktische Flora sowohl solche Arten, welche die Feuchtigkeit lieben, als solche umfasst, die auf trockenem Boden wachsen.

Die boreale Flora hielt ihren Einzug unter trockenem Klima mit starker Sommerwärme. Die Moore beweisen aber, dass unsere Halbinsel einst weit mehr Laubwald besessen hat, als in der Gegenwart. Reste wärmeliebender Laubhölzer finden sich massenweis in den Mooren, sogar in Gegenden, wo solche Bäume heutzutage nicht mehr vorkommen. Der Haselstrauch war einst viel häufiger als jetzt. Die Moore Bohuslens beweisen (nach OLBERS und LINDBERG), dass der Vogelkirschenbaum (*Prunus avium*) seiner Zeit ausgebreiteter gewesen, als in der Gegenwart<sup>1)</sup>. Beide eben genannten Arten sind boreale und die Haselstaude ist geradezu eine Charakterpflanze dieser Artgruppe. Waren so aber einmal die Laubhölzer weit mehr verbreitet, als in der Gegenwart, so müssen auch die Pflanzenarten, welche in den Laubwäldern wachsen, häufiger vorgekommen sein, und wir dürfen daher schließen, dass die boreale Flora unsrer laubwaldbedeckten Schutthalden einen Rest der Vegetation darstellen, welche die niedrigeren Gegenden Norwegens in der Zeit schmückten, wo jene Waldschicht der Moore sich bildeten, in welcher Reste dieser und anderer wärmeliebender Laubhölzer in Menge auftreten. Diese Schicht stammt aus einer Zeit, wo das Land ungefähr 450 Fuß tiefer lag als jetzt.

Die überlagernde Torfschicht entspricht der STEENSTRUP'schen Eichenperiode. In dieser Schicht sollen Bronzegeräte gefunden sein. Dieselbe bildete sich, während im südöstlichen Norwegen die zwischen 450 bis 50 Fuß über dem gegenwärtigen Meeresstrand liegenden Gegenden aus dem Wasser emporstiegen, in derselben Zeit, wo die Felsenbilder (»Helleristninger«) der Smälänene, welche ebenfalls, wenn auch nicht unbestritten dem Bronzealter zugeschrieben werden, auf den Strandklippen eingeritzt wurden<sup>2)</sup>.

1) Vom Haselstrauch findet man Nüsse, von *Prunus avium* Steine in den Mooren.

2) Nach Adjunkt ARNESENS Untersuchungen liegen die zahlreichen von ihm in den

In Dänemark war die Küsteneiche (*Quercus sessiliflora*) damals viel häufiger als jetzt, woraus zu folgen scheint, dass das Klima feuchter gewesen, als in der Gegenwart. Diese Annahme wird bestätigt durch die Ufermuschelbänke, welche gleichzeitig sich an dem Christianiafjord abgelagerten, denn diese Muschelbänke enthalten eine Fauna, welche der Fauna Bergens gleicht, und mehrere Arten, welche jetzt nicht mehr im Christianiafjorde leben<sup>1)</sup>. Lebte aber die Fauna Bergens in der Gegend von Christiania, so wird ohne Zweifel auch die Flora Bergens daselbst gelebt haben. Man darf deshalb mit einem hohen Grad von Wahrscheinlichkeit behaupten, dass die atlantische Flora in dieser Regenzeit eingewandert ist, und ihren Weg rund um den Christianiafjord gefunden hat (in derselben Weise, wie unter der folgenden Regenzeit die subatlantische). In diesen Gegenden hat denn auch die Flora der Westküste hier und da mehr oder minder sparsame Reste hinterlassen, als Andenken dieser längst verschwundenen Zeiten<sup>2)</sup>.

Als die Hebung des Landes weiter fortschritt, trat ein neuer Umschlag ein. Viele Moore trockneten aus und überwuchsen mit Wald und die kontinentalen Arten gewannen wieder Ausbreitung. In den niedrigsten Gegenden, welche damals gerade aus dem Meere aufgetaucht waren, wanderte die subboreale Flora in das südliche Norwegen ein<sup>3)</sup>.

Smälene aufgefundenen Felsenbilder alle in derselben Höhe, ungefähr 75 Fuß über dem Meere, mit Ausnahme einzelner, welche am Strande höher gelegener süßer Gewässer sich vorfinden. Dies lässt sich kaum anders erklären, als durch die Annahme, dass dieselben damals auf den Strandklippen eingeritzt wurden, als das südöstliche Norwegen noch 75 Fuß tiefer lag, als heute.

1) Professor M. Sars bemerkt (Univ. Progr. Chria. 1864 p. 126). »Zwei von den in unserer postglacialen Formation vorkommenden Molluskenarten (*Tapes decussata*\*) und *Pholas candida*) scheinen nicht mehr an unserer Küste zu leben, sondern sich nach südlicheren Gegenden zurückgezogen zu haben. Andere haben sich an unsere Westküste zurückgezogen (*Kellia rubra*, *Tapes virginica*), andere ebendahin aber auch an die Nordküste\*\*) (*Lima excavata*, *Pecten islandicus*, *P. vitreus*, *Pholas crispata*, *Margarita undulata*) und andere wiederum werden jetzt lebend erst bei den Lofoten und bei Finmarken angetroffen (*Yoldia pygmaea* var. *gibbosa* und *Tritonium Sabinii*). Ein paar Arten (*Coecum glabrum* und *Odotomia plicata*), welche in großer Menge in den Muschelbänken auf Kirköen (im südöstlichsten Norwegen) vorkommen, sind lebend nur an unserer Westküste (Bergen) wiedergefunden und auch da nur sparsam, obwohl beide von MALM als noch lebend bei Bohuslen angegeben werden«. Diese Arten, welche gegenwärtig nur in den warmen eisfreien Gewässern unserer West- und Nordküste leben, finden sich (und theilweis sogar in großen Mengen) an dem Christianiafjord, dem Skiensfjord und den Hvalöern in den Muschelbänken, welche zwischen 50 und 150 Fuß über dem Meere liegen.

2) cfr. Essay on the immigration p. 77—78 und »Norges Flora«.

3) Die subboreale Flora ist später als die boreale eingewandert. Die Gegenden, in

\*) Später jedoch (nach G. O. Sars) bei Bergen gefunden.

\*\*) Das eisfreie Meer an den Küsten von Nordland und Finnmarken ist im Winter wärmer als der Christianiafjord, der in der Regel sich mit Eis belegt.

Dann kam eine neue Regenzeit, die letzte, aber auch diese ist vorhistorisch, denn Steingeräthe werden oft in den jüngsten Torfschichten gefunden.

Die Gegenwart ist wiederum trocken. Die kontinentalen Arten dürften in Ausbreitung begriffen sein, denn man findet oft einzelne Kalk- und Schieferpflanzen auf härteren Bergarten, wenn nur Kalk oder Schiefer in der Nähe ist, und die Sphagnum-Schicht, welche während der letzten Regenzeit auf den Mooren sich bildete, ist oft ganz mit Haide, Flechten und Wald überwachsen.

Während Norwegen aufstieg, hat man in Süd-Schweden und längs den Küsten der Ostsee Beweise für eine eingetretene Senkung des Landes. Aller Wahrscheinlichkeit nach dürften also hier im Süden unserer Halbinsel seiner Zeit die Landbrücken sich vorgefunden haben, über welche hin die Einwanderung statt haben konnte. Für das nördliche Skandinavien bildete sich bereits früh eine solche, damals, als Skandinavien mit Russland verbunden wurde. Auf diesem Weg ist wahrscheinlich ein großer Theil unserer Flora eingewandert, wie denn u. a. das nordöstliche Norwegen so mehrere russische Arten empfangen hat z. B. *Arenaria lateriflora*, *Veratrum album*  $\beta$  *Lobelianum*, *Conioselinum Gmelini* u. s. w.

## II. Die Moränenreihen, Muschelbänke, Strandlinien und Terrassen.<sup>1)</sup>

Wenn ich mich in gegenwärtigem Aufsätze nicht bloß auf die Behandlung geologischer Fragen einlasse, sondern sogar Meinungen ausspreche, die in mancher Hinsicht von denjenigen abweichen, welche von berufsmäßigen Geologen vertreten werden, so darf ich mich zu meiner Entschuldigung auf folgende Umstände berufen. Einmal ist die Frage nach den klimatischen Verhältnissen, welche in der postglacialen Zeit geherrscht haben, von einer so fundamentalen Bedeutung für die Pflanzengeographie, dass ich mich schon aus diesem Grunde genöthigt gesehen habe, mich eingehender mit den Resultaten unserer postglacialen Geologie bekannt zu machen; dann habe ich eben nur die Schlüsse gezogen, welche nach meiner Auffassung aus den Beobachtungen der Geologen selbst sich ergeben; und endlich stimmen diese meine Folgerungen mit den Resultaten überein, zu welchen ich durch meine Untersuchungen über die Flora und die Torfmoore Norwegens schon früher gelangt war.

---

welchen erstere ihre Heimath hat, waren noch meerbedeckt, als die boreale Flora einwanderte. Dies ist aus den Schichten der Moore zu ersehen; denn die ältesten Schichten mit borealen Pflanzen mangeln in den niedrigsten Gegenden, wo die subboreale Flora ihren Sitz hat und wurden gebildet, ehe jene Gegenden sich über die Meeresfläche erhoben. In derselben Weise verhält sich dann auch die subatlantische Flora zur atlantischen.

1) Vorgetragen in der Akademie der Wissenschaften zu Christiania 4. Febr. 1884.

Das Abschmelzen des Binnenlandeises scheint nicht in ununterbrochener Folge vor sich gegangen zu sein. Professor KJERULF hat nachgewiesen,<sup>1)</sup> dass die Moränen auf der Karte des südlichen Norwegens sich in hintereinanderliegenden Reihen ordnen, welche deutliche Stadien der Abschmelzung markiren. Seine Karte zeigt mehrere derartige Moränenreihen.

Sollte diese Erscheinung sich nicht ungezwungen durch periodische Änderungen in der Niederschlagsmenge erklären lassen? Lokale Ursachen können jedenfalls nicht geltend gemacht werden, denn wie man aus KJERULF's Karte ersieht, erstrecken diese Reihen sich über ausgedehnte Gebiete der Halbinsel. Das Binnenlandeis wird in solchem Fall zu jener Zeit sich nicht in ununterbrochenem Rückzug befunden haben, sondern unter den feuchten Perioden musste sein Saum sich wieder vorwärtschieben. Als die feuchte Zeit ihren Höhepunkt erreichte, wäre dann ein Stillstand eingetreten, und als der Niederschlag aufs Neue abnahm, wurde eine Reihe von Moränen, welche die äußersten Grenzen des Eises während der feuchten Periode bezeichnen, zurückgelassen. Für jede nachfolgende Regenzeit wird eine neue Moränenreihe auftreten, und letztere wird innerhalb der älteren liegen müssen, weil das Eis im großen Ganzen sich ja im Rückzuge befindet.

Seit das Eis sich von der Küste zurückzog, sind Niveauperänderungen in Bezug auf Land und Meer vor sich gegangen. Das Meer hat im südlichen Norwegen um den Christianiafjord und in Bohuslen, so wie in den innern Theilen von Thronhjemsfjord Spuren einer früheren Überfluthung zurückgelassen, welche bis 600 Fuß über den gegenwärtigen Strand hinaufreichen. An der Westküste liegen diese höchsten Marken eines alten Wasserstandes niedriger<sup>2)</sup>, und dasselbe ist im nördlichen Norwegen der Fall, wo dieselben bloß bis zu einer Höhe von 300 Fuß gefunden sind.<sup>3)</sup>

Diese Anzeichen früherer Wasserstände sind verschiedener Art: mariner Lehm mit Resten von Seethieren, Muschelbänke mit Strandschalthieren, bisweilen sogar mit Balanen, welche noch an den Felsen festsitzen, ferner Terrassen von Grus und Sand, und endlich Strandlinien, die in das feste Gestein eingegraben sind.<sup>4)</sup>

1) Udsigt over det sydlige Norges Geologi Christiania 1879. p. 39 ff. und Atlas pl. VII.

2) KJERULF. Om Skuringsmærker, Glacialformationen og Terrasser. Univ. Progr. Christiania 1874. I. p. 74.

3) K. PETERSEN: om de i fast Berg udgravede Strandlinier in Arch. f. Math. og Natv. III. 2. Christiania 1879. p. 204.

4) Von der Eisenbahnstation Tønset aus (in der Nähe von Røros, ungef. 62° 20' n. Br. sah ich 1880 eine Strandlinie an der Bergwand unter dem Bergevangen Säter. Diese wagerechte Linie sieht im Abstand aus, wie eine Chaussee; sie liegt wenigstens 2000' ü. M. und verdient genauer untersucht zu werden. Vielleicht ist dieselbe eine Süßwasserbildung aus der Eiszeit, vielleicht inter- oder präglacial. Ob dieselbe in festem Gestein ausgehöhlt, weiß ich nicht.

Über die Art und Weise der Niveauveränderungen sind sehr verschiedene Meinungen ausgesprochen. Einzelne Geologen (KEILHAU und LYELL) glauben, dass die Steigung <sup>1)</sup> langsam vor sich gegangen, aber durch Zeiten unterbrochen wurde, in welchen keine Niveauveränderung statt hatte. Andere (BRAVAIS und KJERULF) meinen, dass die Steigung stoßweise und rasch geschehen, aber ebenfalls mit zwischenliegenden Pausen, und wieder andere (SEXE, K. PETTERSEN) nehmen an, dass die Aufsteigung ununterbrochen fortgeschritten, ohne derartige dazwischen sich einschiebende Ruhezustände.

Die Meinung, dass die Aufsteigung durch Ruheperioden unterbrochen worden sei, stützt sich auf folgende Gründe: Die Muschelbänke, Terrassen und Strandlinien sind offenbar im Strandgürtel gebildet. Dieselben treten aber nur in gewissen Niveaus auf. Wäre die Steigung nun ununterbrochen fortgeschritten, so müssten Muschelbänke sich in allen Niveaus vorfinden, und stufenartige Terrassen und Strandlinien hätten sich gar nicht einmal bilden können.

Wir wollen die einzelnen dieser Gründe genauer ins Auge fassen, und beginnen mit den Muschelbänken.

Diese bestehen aus Zusammenhäufungen litoraler Muscheln. Sie treten im südöstlichen Norwegen (am Skiens- und Christianiafjord) nur in zwei bestimmt geschiedenen Niveaus auf. 44 solcher Muschelbänke sind in der Höhe von 50' bis 200' ü. M. gefunden, 46 in der Höhe von 350—540' ü. M.; in den Höhen aber zwischen 200' und 350' hat man in diesen Gegenden bisher keine einzige gefunden. Hieraus schließt man, dass dieser Theil der Steigung so rasch vor sich gegangen, dass zur Bildung von Muschelbänken keine Zeit geblieben. Es ist aber eine bedeutende Veränderung in der Meeresfauna eingetreten in der Zeit, die zwischen der Ablagerung der höchsten und niedrigsten Muschelbänke dazwischen liegt. Schon dieser Umstand liefert einen genügenden Beweis dafür, dass die Bildung der niedrigsten unter den älteren Muschelbänken durch einen langen Zeitraum von der Bildung der höchsten unter den jüngeren dieser Ablagerungen geschieden ist. Im nahe gelegenen Bohuslen aber, wo sonst die höchsten Ufermarken dieselbe Meereshöhe zeigen, wie im südöstlichen Norwegen, finden sich nach Mittheilungen des Geologen OLBERS <sup>2)</sup>, der die Verhältnisse Bohuslens genau kennt, Muschelbänke über die ganze Höhengschicht vom Meere an bis zu 540' zerstreut, ohne dass es möglich wäre, ein bestimmtes Niveau anzugeben, in welchem dieselben fehlten. Da nun die Aufsteigung um den Christianiafjord in derselben Weise von Statten gegangen sein muss,

1) Der Einfachheit wegen gebrauche ich diesen Ausdruck, obgleich es nicht fest ausgemacht, ob der Wasserstand des Meeres die ganze Zeit hindurch unverändert gewesen.

2) Herr OLBERS hat mir brieflich diese Mittheilungen gemacht und mich zur obigen Erklärung ermächtigt.

wie in dem angrenzenden Bohuslen, so kann der Grund dafür, dass in erstgenannter Gegend die Muschelbänke zwischen 200' und 350' u. M. mangeln, nur in lokalen Verhältnissen zu suchen sein und nicht in der Natur der Aufsteigung liegen. Der Christianiafjord ist weiter vom großen Meere entfernt, und muss deshalb in strengen Wintern sich leichter mit Eis belegen, als das offene Meer bei Bohuslen. Die Torfmoore zeigen, dass zu der Zeit, als das Land 350' bis 450' tiefer lag, als in der Gegenwart, ein kontinentales Klima im südöstlichen Norwegen geherrscht hat. Der Christianiafjord war deshalb zu jener Zeit wahrscheinlich im Winter mit Eis belegt. Diese Eisbedeckung musste aber die Bewahrung der Muschelbänke wo nicht unmöglich machen, so doch wenigstens erschweren. Sobald nämlich eine Muschelbank durch die Aufsteigung des Landes bis in das Niveau der Meeresoberfläche gehoben war, war dieselbe jeden Winter der Gefahr ausgesetzt, durch das Fjordeneis zermalmt zu werden. Als weitere Stütze dieser Erklärung kann ich noch anführen, dass die Muschelbänke im östlichen Schweden, wo doch mariner Lehm bis mehrere hundert Fuß über dem Meere vorkommt, fast ganz fehlen. Ältere Muschelbänke kennt man dort gar nicht und die jüngeren sind viel seltener, als im westlichen Theil des Landes und finden sich fast immer in die Vertiefungen der Geröllhügel (die sogenannten »åsgroper«) eingelagert, wo sie wohl durch die vorgelegerte und deckende Grusschicht gegen die Einwirkung des Meereises bewahrt blieben. Dass die Eisbildung zu allen Zeiten auf der Ostküste häufiger gewesen sein muss, als an der Westküste, kann ebenfalls kaum bezweifelt werden<sup>1)</sup>.

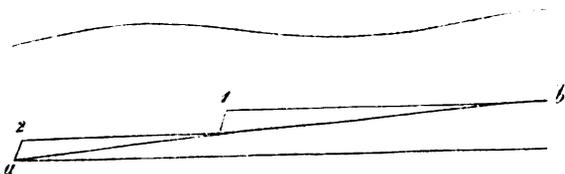
Wir gehen nun zu den Terrassen über. Über diese hat Professor KJERULF eine Menge illustrirende Beobachtungen beigebracht<sup>2)</sup>. Dieselben liegen in unsern Thälern vor Augen und sind besonders deutlich in den kurzen und steilen Thalrinnen der Westküste. Sie sind aus Sand, Grus und Gerölle gebildet. Ihre Oberfläche ist eben, mit einer schwachen Neigung nach außen, welche mit einem mehr oder minder steilen Absturz endet. Die Oberfläche der Terrassen zeigt, dass dieselben im Niveau mit einem Wasserspiegel gebildet sind, und da dieselben in den unteren Theilen der Thäler in offener Situation daliegen, so muss dieser Wasserspiegel der des Meeres gewesen sein. Ihr Material wurde seiner Zeit von den Flüssen herabgeführt und an der Mündung derselben abgelagert. Solche Sandbänke (Örer) finden wir vor der Mündung einer Menge von Flüssen. Bei der Steigung wurden diese Sandbänke über die Meeresoberfläche emporgehoben, und der Fluss grub sein Bett um so tiefer durch dieselben hindurch, je höher sie aufstiegen. Die Terrassen findet man in

1) Über die schwedischen Muschelbänke s. ERDMANN: Sveriges Kvartära Bildningar Stockholm 1868. p. 143. 214. 220.

2) Cfr. KJERULF l. c.

unsern Thälern in der Gestalt von Stufen, deren eine über und hinter der andern liegt, bis zur höchsten Marke des alten Wasserstandes hinauf.

Professor KJERULF ist nun der Meinung, dass unter der Voraussetzung eines langsamen und gleichmäßigen Aufsteigens des Landes keine stufenartigen Terrassen, sondern nur eine geneigte Ebene ( $a-b$  auf der Figur) sich würde haben bilden können. Jene konnten (nach ihm) nur dann entstehen, wenn das Land rasch und ruckweise aufstieg mit zwischenliegenden Zuständen der Ruhe. Für jede partielle Aufsteigung würde so eine Terrasse trocken gelegt werden, und in der darauf folgenden Ruhezeit, wenn dieselbe nur lang genug dauerte, eine neue Terrasse an der Flussmündung in einem tieferen Niveau sich bilden<sup>1)</sup>.



Thal mit Terrassen.

Wenn diese Meinung die richtige wäre, müssten die Terrassen in benachbarten Thälern in genau entsprechenden Höhen liegen. Die Strandlinien, welche häufig meilenweit in derselben Höhe verlaufen, zeigen nämlich, dass die Niveauänderung innerhalb kleinerer Gebiete dieselbe gewesen ist. In der Höhe von ungefähr 600 Fuß hat Professor KJERULF eine Stufe nachgewiesen, welche in gewissen Theilen des Landes den höchsten Meeresstand markirt, und diese Oberstufe scheint mit beachtenswerther Regelmäßigkeit an vielen Orten wiederzukehren. In Bezug auf die tieferen Stufen ist dagegen eine derartige Gesetzmäßigkeit nicht nachgewiesen worden; vielmehr dürfte es selbst aus KJERULF's eigenen Messungen sich ergeben, dass die Stufenabsätze dieser tieferen Terrassen nicht an ein so genau bestimmtes Niveau geknüpft sind, wie dies nach der Theorie einer von Pausen unterbrochenen Aufsteigung der Fall sein müßte.

Die Theorie der Ruhezustände während der Steigung baut, wenn sie sich auf die Terrassen beruft, ferner auf die Voraussetzung, dass die Wassermenge der Flüsse unverändert gewesen ist. Dies darf aber nicht ohne weiteres vorausgesetzt werden. Ist aber die Wassermenge der Flüsse eine in längeren Perioden veränderliche Größe, so würden stufenförmige Terrassen sich auch unter einer stetig fortschreitenden Aufsteigung bilden können. Dies ist von Professor SEXE hervorgehoben, wobei er u. a. folgendes anführt<sup>2)</sup>.

1) KJERULF. Univ. Progr. 1870. p. 50—51.

2) SEXE: on the rise of land in Scandinavia. (Univ. Progr.) Christiania 1872. p. 7 ff.

»Wenn ein Fluss bei unverändertem Wasserstand des Meeres mehr loses Material zu seinem Ausfluss herabführt, als das Meer fortzuführen im Stande ist, so wird die Flussmündung versanden, und vor derselben ein Stück flaches Land sich bilden, welches nach außenhin wächst. Wenn aber ein solches flaches Land bereits schon vorhanden, und die Wellen mehr Material fortführen, als der Fluss zu ersetzen vermag, so wird das Meer das Land angreifen und dasselbe von außenher zerstören. Wenn das Land langsam aufsteigt, während der Fluss längere Zeit hindurch mehr Material zuführt, als das Meer wegzuführen im Stande ist, so wird das vorgelagerte Land an der Flussmündung nicht blos wachsen, sondern wird sich auch während des Anwachsens über das Meer emporheben und so eine schwachgeneigte Oberfläche erhalten, (wie dies bei unsern Terrassen der Fall), weil der Fluss sein Material beständig weiter ins Meer hinausführt, und dasselbe hier in beständig sinkendem Niveau abgelagert. Wenn aber nun eine Periode folgt, in welcher das Land immer noch langsam und ununterbrochen aufsteigt, während jedoch das Meer mehr Detritus fortreißt, als der Fluss zuführt, so wird das Landstück, welches in der vorigen Periode gebildet wurde, immer noch weiter steigen, es wird aber das Meer seinen Außenrand untergraben, so dass hier ein mehr oder weniger steiler Absturz entsteht (dem äußeren Abhang unserer Terrassen entsprechend). Unter beiderlei Perioden wird der Fluss, dem allmählichen Aufsteigen des Landes entsprechend sein Bett immer tiefer in die Terrasse eingraben. So wird man eine Terrasse Nr. 4 erhalten. Eine folgende Periode, in welcher der Fluss mehr Detritus führt und eine daran sich anschließende, in welcher derselbe weniger Material anbringt, werden die Terrasse Nr. 2 entstehen lassen, und in solcher Weise weiter.«

Nach dieser Erklärungsweise ist es leicht zu verstehen, wie Terrassen in benachbarten Thälern in verschiedenen Höhen liegen können, was häufig der Fall ist, und wie die Zahl der Terrassen in den einzelnen Thälern verschieden ausfällt. Die Flüsse, welche die Thäler durchströmen, haben nämlich verschiedene Wassermengen. An der Mündung größerer Flüsse kann aber die Terrassenbildung früher anfangen und sich noch lange fortsetzen, nachdem dieselbe bei kleineren aufgehört.

SEXE bemerkt, dass man sich verschiedene Gründe denken könnte, um derentwillen ein Fluss bald mehr, bald weniger Detritus mitführt, ohne jedoch einer bestimmten Erklärungsart den Vorzug zu geben. Er erwähnt: Veränderungen in der Menge und Vertheilung des Niederschlags, Veränderungen der Sommerwärme, Änderungen des Thalbodens, Entwaldung, Änderungen des Flussbettes u. s. w.

Die Terrassen scheinen demnach nicht das Eintreten von Pausen während des Aufsteigens zu beweisen, sondern eher dafür zu sprechen, dass das Land ununterbrochen im Steigen begriffen war, während die Flüsse bald mehr, bald weniger Wasser führten, und ich glaube sogar, dass man

diese stufenartigen Terrassen geradezu als eine Stütze der Theorie vom Wechsel kontinentaler und insularer Klimate anführen kann<sup>1)</sup>. Die Anzahl der Stufen bestärkt mich in dieser Meinung, denn die Terrassen deuten auf 4 bis 5 klimatische Perioden seit dem Rückzug des Eises. Die Torfmoore erzählen von 4 derartigen Perioden, und es ließe sich wohl begreifen, dass an geeignetem Orte sich die Bildung einer Terrasse schon vollzogen haben könnte, ehe der Pflanzenwuchs üppig genug geworden, um die Torfbildung einzuleiten.

Wir kommen nun endlich zum letzten der Beweise, welche für das Auftreten von Ruhezuständen während der Aufsteigung angeführt werden, d. h. zu den Strandlinien<sup>2)</sup>.

Man findet längs der Bergwände unserer Fjorden und Thäler oft wagerechte Linien, die aus der Entfernung nicht selten künstlich angelegten Wegen täuschend ähnlich sehen. Diese Linien sind, wie bei genauerer Untersuchung sich zeigt, im festen Gestein ausgehöhlt, und auf der Hinterseite von einer mehr oder weniger steilen, bisweilen überhängenden Felswand begrenzt, welche eine Höhe von 30 Fuß erreichen kann. Am Fuß dieser Felswand läuft eine horizontale, nur im Kleinen unebene straßenartige Bahn dem Bergabhang entlang. Diese Bahn kann entweder ihrer ganzen Länge nach im festen Gestein ausgehöhlt, oder streckenweise aus losem Material gebildet sein; sie hat eine wechselnde Breite, welche von wenigen Fuß in seltenen Fällen bis zu 50 Fuß (und vielleicht noch mehr) steigen kann.

Diese Strandlinien sind bisweilen kurze Bruchstücke; bisweilen sind sie aber auch über weite Strecken hin fortgesetzt; einzelne sind meilenlang, und nicht selten findet man an derselben Stelle zwei übereinanderliegende Linienzüge. Ihr vollkommen horizontaler Verlauf zeigt mit Bestimmtheit, dass dieselben einen alten Wasserstand angeben.

Nicht alle derartige Linien sind postglacial. In der Strandlinie am Osterfjord bei Bergen hat Professor *SEXE* deutliche Glacialstreifung<sup>3)</sup> gefunden, deren Richtung fjordauswärts geneigt mit der durchgängigen Richtung der Streifung in jener Gegend zusammenfällt. In andern sucht man vergebens nach derartigen Spuren. Letztere Linien können postglacial sein und sind es ohne Zweifel auch zum großen Theil.

1) Die Flüsse müssen in den feuchten Perioden viel wasserreicher, die Gletscher größer sein als sonst. In den Trockenzeiten ziehen sich die Gletscher zurück. Auch während dem Abschmelzen dieser Gletscher müssen die Flüsse eine Zeit lang eine bedeutende Wassermenge führen. Auch durch plötzliches Schneeschmelzen und Eisgang im Frühling muss die Transportfähigkeit der Flüsse bedeutend gesteigert werden. Es wäre also möglich, dass selbst das kontinentale Klima im Laufe der Zeit eine Terrassenbildung herbeiführen könnte.

2) Hierunter verstehen wir nur in festem Gestein ausgehöhlte Linien.

3) *SEXE*: om nogle gamle Strandlinier in Arch. f. Math. p. 4 og Naturv. I, Christiania 1876.

Professor MOHN, dem wir eine Menge neuer Beobachtungen über Strandlinien verdanken, sagt, dass die Strandlinien an bestimmte Niveaus geknüpft sind<sup>1)</sup>. K. PETTERSEN<sup>2)</sup> behauptet indessen, dass die kurzen bruchstückartigen Linien nicht an bestimmte Niveaus gebunden sind, dass die ausgeprägteren dagegen, welche sich über längere Strecken hinziehen, in ausgedehnten Gebieten des nördlichen Norwegens an bestimmte Höhen geknüpft sind<sup>3)</sup>.

Die meisten Strandlinien sind im nördlichen Theil des Landes gefunden. Dr. R. LEHMANN<sup>4)</sup> hat eine Liste der bis 1879 bekannten Strandlinien geliefert. Er zählt 120 solche auf; von diesen liegen nur 28 südlich vom Polarkreis.

Am häufigsten treten diese Linien auf längs der inneren, gegen das offene Meer geschützten Sunde. Man kennt nur eine Strandlinie in der unmittelbaren Nähe des offenen Meeres: die Strandlinie auf Lekö<sup>5)</sup>. Man soll dieselben besonders an solchen Punkten finden, wo bei Ebbe und Fluth ein starker Strom stattfindet, oder wo man, in der Bildungszeit der Linie, das Auftreten eines solchen voraussetzen darf.

Im nördlichen Norwegen liegen die Strandlinien in der Regel in geringeren Höhen, als in den Theilen der südlichen Landeshälfte, aus welchen solche bekannt sind.

Diese Strandlinien werden nun als Beweis für ein ruckweises durch Rubepausen unterbrochenes Aufsteigen des Landes angeführt. Nur während dieser Pausen soll nämlich das Meer die genügende Zeit haben finden können, um diese Linien auszuspülen.

Dr. LEHMANN meint, dass die Strandlinien durch die Brechung der Meereswellen an der Küste entstanden sind. Zum Beleg dieser Auffassung führt er Beispiele aus andern Welttheilen an, wo das Meer an manchen Orten in einem Niveau zwischen dem Wasserstand der Ebbe und der Fluth<sup>6)</sup> eine Plattform im Felsen ausgespült hat. Diese Punkte liegen aber alle dem wilden Ansturm des Weltmeeres ausgesetzt, und die Klippen, in welchen jene Plattform sich gebildet hat, bestehen aus thonhaltigem Sandstein, abwechselnden Sandstein- und Mergelbänken, tertiären Felsen, also

1) Om gamle Strandlinier i Norge in *Nyt Mag. f. Natv.* XXII. 4. p. 44. Christiania 1876. MOHN fand 7—8 solche Niveaus.

2) Terrasser og gamle Strandlinier in *Tromsø Museums Aarshefter* III. p. 50. 1880.

3) BRAVAIS' Meinung, dass eine und dieselbe Linie landeinwärts sich emporheben sollte, ist von PETTERSEN als unrichtig nachgewiesen. In den inneren Gegenden treten andere, ältere, höher liegende Linien auf.

4) Über Strandlinien in anstehendem Fels in Norwegen. Halle a. S. 1879. Die von LEHMANN aufgezählten Strandlinien sind nicht alle im festen Gestein ausgehöhlt.

5) Ob diese Lekölinie in festen Fels eingeschnitten ist, ist mir nicht bekannt.

6) Cfr. LEHMANN l. c. p. 30—34 und derselbe: »Zur Strandlinienfrage in *Zeitschrift f. d. ges. Naturw.* LIII. p. 280 ff. 1880.

weit lockerem und weicherem Gestein, als dem der norwegischen Strandklippen. Dazu kommt noch, dass an jenen Punkten durchaus keine alten Strandlinien gebildet, oder wenigstens nachgewiesen sind. Wenn aber das Land wirklich in Absätzen aufstieg, müsste eine solche an diesen Orten nach der Steigung zu sehen sein. Wenn das Land dagegen gleichmäßig aufsteigt, wird das Meer seine zerstörende Wirksamkeit ununterbrochen fortsetzen, und durchaus keine Strandlinie gebildet werden. Nur wenn neue Bänke, gleichsam als Wellenbrecher, längs der Küste aufstiegen, würde in dieser Weise eine Strandlinie sich bilden können.

Wir haben oben gesehen, dass die norwegischen Strandlinien nicht in der unmittelbaren Meeresnähe sich finden. Sie lagen schon in ihrer Entstehungszeit an geschützten ins Land einschneidenden Meeresarmen und bildeten sich also an Stellen, die der Einwirkung des offenen Meeres nicht ausgesetzt waren, und wo in den schmalen Gewässern die Macht der Wellen gebrochen war. Dies dürfte ein unumstößlicher Beweis gegen ihre Bildung durch die Brandung des Meeres abgeben.

SEXE<sup>1)</sup> meint, dass die Strandlinien möglicherweise durch Gletscher, welche in den Fjord mündeten, ausgehöhlt sein könnten. Gegen diese Auffassung spricht aber der vollkommen wagerechte Verlauf dieser Linien. Denn entweder ruht der Gletscher auf dem Fjordengrund; in solchem Fall wird derselbe bei seinem Vorrücken letzterem folgen, dann können die Furchungen aber nicht horizontal ausfallen; oder aber der Gletscher schwimmt auf dem Meere; in solchem Falle wird derselbe jedoch »kalben« und sich in Bruchstücke auflösen, welche kaum im Stande sein dürften, meilenlange, zusammenhängende Furchen längs des Strandes auszu-schleifen.

KEILHAU hat den Gedanken hingeworfen, dass die Strandlinien vom Fjordeneis eingegraben sein könnten, ohne sich indessen bestimmter darüber auszusprechen, wie er sich den Vorgang denkt. Er erwähnt jedoch, dass Eis, welches aus dem Fjorde heraustrieb, die Küste bearbeitet hat. (Cfr. KJERULF: Udsigt p. 46, wo die betreffenden Aussagen von KEILHAU angeführt sind).

K. PETTERSEN<sup>2)</sup> nimmt an, dass die Strandlinien durch Treibeis eingegraben sind, indem letzteres die Uferfelsen gescheuert habe. Er vertritt die ununterbrochene Aufsteigung, und da die Strandlinien sich an manchen Fjorden finden, welche gegenwärtig eisfrei sind, so giebt ihm dies Veranlassung, die von mir 1875 aufgestellte Theorie über den Wechsel kontinentaler und insularer Klimate auf die Erklärung der Strandlinien anzuwenden.

1) Univ. Progr. 4. Semester. 1874. Christiania.

2) Om de i fast Berg indgravede Strandlinier in Arch. f. Math og Natv. III. 2. Christiania 1878.

In Salangen (68° 80—90' n. Br.) hat PETTERSEN einen Punkt gefunden, wo das Ufer des Fjords, scheinbar durch die Einwirkung des während des Winters auf dem Fjord gebildeten Eises, wie eine in der Bildung begriffene Strandlinie bearbeitet war. Man sah eine im Felsen ausgearbeitete Bahn in der Höhe des mittleren Wasserstandes zwischen Ebbe und Fluth, und hinter derselben erhoben sich steile Felsen.

Im Resultate stimme ich mit PETTERSEN überein, aber nicht in den Prämissen. Denn, dass das Eis durch Scheuerung so tiefe Furchen sollte aushöhlen können, wie manche der Strandlinien sie darstellen, ist schwer zu verstehen.

Somit scheint keine der aufgestellten Theorien über die Strandlinien im Stande zu sein, den Phänomenen gerecht zu werden. Ich wage deshalb eine neue Erklärung anzudeuten, die, wie es mir scheint, besser, als die genannten, den mir bekannten Thatsachen sich anschmiegt.

Strandlinien kennen wir blos in den Theilen der Küste, wo Fluth und Ebbe auftritt; am Christianiafjord, wo der Unterschied zwischen Fluth und Ebbe unmerklich wird, ist z. B. auch keine Strandlinie bekannt. Hiernach legt der Schluss sich nahe, dass Ebbe und Fluth eine Bedingung für die Bildung von Strandlinien ist.

LEHMANN<sup>1)</sup> hebt ferner mit Recht hervor, dass man da, wo es am wenigsten regnet, am meisten Strandlinien findet<sup>2)</sup>, und da, wo es am meisten regnet, die wenigsten antrifft. Dies will mit andern Worten sagen, dass die Strandlinien am häufigsten an Orten auftreten, wo das Klima am meisten kontinental ist, und also die strengsten Winter eintreffen.

Zur Bildung von Strandlinien scheint also u. a. ein relativ kontinentales Klima und ein bemerkbarer Unterschied zwischen Ebbe und Fluth erforderlich zu sein. Dies dürfte auch den Grund dafür angeben, dass dieselben am häufigsten im nördlichen Norwegen vorkommen.

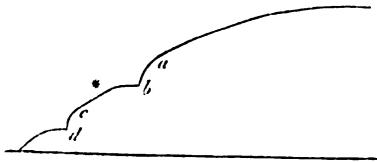
Über das Scheuungsvermögen des Eises sind die Meinungen der Geologen sehr getheilt; dass aber das Wasser beim Gefrieren sich ausdehnt und eine sprengende Kraft entfalten kann, ist eine bekannte Thatsache. Die Wirkungen dieser Kraft sind besonders augenfällig auf unsern Hochgebirgen, auf und in der Nähe der Schneegrenze, wo die Temperatur, selbst während des Sommers, in der Nacht oft unter Null herabsinkt. Das im Laufe des Tages abgeschmolzene Wasser friert daher in den Spalten der Felsen, und die Oberfläche des Gebirges ist in Folge deren mit einer endlosen Menge von Steintrümmern überdeckt. Etwas ähnliches hat vielleicht auch bei der Bildung der Strandlinien stattgefunden, denn die Strandklippen, welche während strenger Kälte zur Fluthzeit von den Wellen überspült und zur Ebbezeit wieder trocken gelegt wurden, müssen in

1) Über Strandlinien etc. p. 36.

2) Ausgenommen am Christianiafjord.

hohem Grad dieser sprengenden Kraft ausgesetzt gewesen sein. Im Tieflande finden wir wohl kaum Verhältnisse wieder, unter welchen die Verwitterung so rasch fortschreiten muss, als die hier vorliegenden. Zur Fluthzeit wird nämlich das Wasser in alle Spalten, Ritzen und Löcher eindringen und zur Ebbezeit wird das eingedrungene Wasser frieren und seine Umgebung zersprengen. Und diese sprengende Kraft wird Jahrhunderte hindurch jeden Winter zweimal am Tage sich geltend machen können, solange die Winter streng bleiben. Wenn aber im Lauf der Zeit die Winter milder werden, wird das Wasser zur Ebbezeit nicht mehr so häufig gefrieren und dann wird auch die Verwitterung viel langsamer vor sich gehen. In den Gegenden, wo derartige Umwechselungen vor sich gegangen, würden sich, unter Voraussetzung gleichmäßiger Aufsteigung, in solcher Weise Strandlinien bilden. In arktischen Landen und an den inneren Enden sehr tiefer Fjorde, wird die Winterkälte selbst während der milderer Perioden häufig stark genug sein, um den Verwitterungsprocess in der Strandzone fortzusetzen. An diesen Punkten werden sich deshalb auch keine Strandlinien bilden, weil hier die Verwitterung nie aufhört. An den Küsten des offenen Meeres, wo die Winter selbst unter kontinentalen Perioden sich mild erhalten, wird ebenso die Bildung von Strandlinien unterbleiben.

Die Entstehung der Strandlinien denke ich mir demnach als auf folgende Weise vor sich gegangen.



Profil einer Küste mit zwei Strandlinien.

Die Zeichnung stellt das Profil einer Küste mit zwei eingegrabenen Strandlinien dar. Während der Aufsteigung traten beim Niveau *a* so strenge Winter ein, dass die Verwitterung in Folge von Ebbe und Fluth eine Furche im Gestein auszuhöhlen begann. Diese Sprengarbeit wurde, während der lang-

samen Hebung des Landes, von *a* bis *b* fortgesetzt. Die losen Bruchstücke, welche der Frost aussprengte, können leicht durch die Eisdecke der Fjorde, welche mit dem Wasser stieg und fiel, oder durch Treibeis weggeführt worden sein, wenn sie nicht, wie das an manchen Stellen der Fall, ruhig liegen blieben.

Bei *b* fing eine mildere Periode an. Die Verwitterung wurde nun so schwach, dass dieselbe nicht mehr während der Hebung Zeit genug hatte, die Ausarbeitung der strassenartigen Bahn fortzusetzen, und da letztere bereits eine horizontale Oberfläche besaß, weil die sprengende Kraft nur oberhalb des tiefsten Wasserstandes gewirkt hatte, so wurde die Bahn durch die Aufsteigung ihrer ganzen Breite nach im selben Zeitpunkt der Einwirkung des Meeres entzogen. Die Verwitterung wirkte von nun an vielleicht noch eine Zeit lang an der Aussenkante bei \*, wurde aber schwächer und schwächer. Beim Niveau *c* trat eine neue konti-

mentale Zeit ein, welche bis *d* andauerte und eine neue Strandlinie ein-grub u. s. w.

In losem Grus wird das Fjordeneis, wenn dasselbe mit der Ebbe und Fluth fällt und steigt leicht Terrassen bilden können, welche somit in gleichem Niveau mit der in festem Gestein ausgearbeiteten Strandlinie zu liegen kommen.

Außer diesen Terrassen, welche in gleicher Flucht mit den im festen Fels ausgehöhlten Strandlinien liegen, giebt es auch noch eine andere Art Linien, welche man als Strandlinien bezeichnet hat. Dieselben sind ausschließlich aus losem Material, häufig aus Lehm, gebildet und scheinen, nach PETTERSEN'S Untersuchungen<sup>1)</sup> an andere Niveaus geknüpft zu sein und anderen, den feuchteren Zeiten anzugehören. Diese Meinung ist auch von PETTERSEN angedeutet<sup>2)</sup>.

Nach Allem, was bisher gesagt, glaube ich also, dass die Aufsteigung nicht durch nachweisliche Ruheperioden unterbrochen worden ist. Alle Beweise, welche für jene Anschauung sprechen sollten, scheinen mir nämlich eher dafür zu zeugen, dass das Land langsam und ununterbrochen unter wechselnden kontinentalen und insularen Klimaten sich gehoben hat. Die Muschelbänke, die Terrassen und die Strandlinien dürften nur dieselbe Geschichte erzählen, wie wir sie von den Torfmooren und der norwegischen Flora schon vernommen.

Die kontinentalen Perioden verewigten ihr Gedächtniss durch Strandlinien, welche sie an günstigen Lokalitäten in das feste Gestein eingruben, durch den Mangel an Muschelbänken und durch die in den Torfmooren auftretenden Waldschichten. Die insularen Perioden geben sich zu erkennen durch Muschelbänke, die fern vom offenen Meere auftreten und durch Torfschichten.

Die Strandlinien wurden während der Kontinentalperioden in festen Fels eingegraben in den Gegenden, wo Ebbe und Fluth stattfand, und wo der Winter eine Zeit hindurch die dazu genügende Strenge erreicht hatte.

Die Waldschichten bildeten sich auf den trockneren Mooren, die mittlerweile ihr Wachsthum ausgesetzt hatten; sie fehlen aber in den nassesten, in welchen der Torf selbst während der kontinentalen Zeiträume im Wachsen blieb.

Die Muschelbänke wurden während der kontinentalen Zeiten nur an den Ufern des offenen Meeres gebildet und bewahrt. In den binnenländischen Fjorden (wie dem Christianiafjord und im östlichen Schweden) wurden sie bei ihrem Auftauchen aus dem Meere durch das Fjordeneis zerstört und fehlen deshalb in diesen Gegenden in gewissen Höhen.

1) PETTERSEN in Tromsø Museums Aarshefter III. 1880. p. 24. cf. derselbe: Terrassedannelser og gamle Strandlinier i Arch. f. Math. og Natv. IV. 2 p. 168 u. f.

2) PETTERSEN in Arch. f. Math. og Natv. IV. 2. p. 176—177.

Das Material der Terrassen wurde wohl größtentheils in den regenreichen Zeiten und während dem Abschmelzen der in diesen Zeiten gebildeten Firnmassen von den Flüssen zum Meere herabgeführt<sup>1)</sup>.

Die Torfmoore zeigen, dass eine Regenzeit noch im allerletzten Theil des Aufsteigens geherrscht hat, als das Land nur einige wenige Fuß tiefer lag, als jetzt. Vieles von dem Material, welches vor unsern Flussmündungen und auf dem gegenwärtigen Meeresstrande aufgehäuft liegt, dürfte sich zweifelsohne aus dieser letzten Regenzeit herschreiben, welche der Gegenwart voranging.

Aus der dargelegten Theorie ergibt sich unmittelbar die Forderung, dass in allen Gegenden, welche gleichviel gehoben worden sind, eine gewisse Übereinstimmung im Niveau zwischen den äquivalenten Bildungen jener wechselnden Perioden stattfinden muss, diese Theorie verlangt aber nicht wie die Theorie der Ruhezustände eine absolute Übereinstimmung.

Um diese Übereinstimmung nachzuweisen, müssen indessen die Messungen mit größtmöglicher Genauigkeit vorgenommen werden.

Demnächst muss man alle Bildungen aussondern, welche nicht mit Sicherheit als postglaciale bezeichnet werden dürfen. Auch vor und während der Eiszeit bildeten sich nämlich Strandlinien, Terrassen, Muschelbänke und Torflager an dafür geeigneten Orten, die also theils als präglacial, theils vielleicht auch als interglacial zu charakterisiren sind. Die Strandlinie an dem Osterfjord ist z. B. vor oder unter der Eiszeit gebildet. Dasselbe ist gewiss auch der Fall mit anderen der bekannten Strandlinien; viele von diesen treten als kurze Bruchstücke auf, ohne an eigentlich bestimmte Niveaus gebunden zu sein, und sind nur schwach ausgeprägt; beides könnte wohl eine Folge davon sein, dass sie mehr oder weniger durch den Zahn der Zeit gelitten haben. In manchen ist die Bahn geschliffen, ohne gerade deutliche Glacialstreifung zu zeigen. Derartige Strandlinien dürften vielleicht interglacialen oder präglacialen Ursprungs sein.

Haben wir aber interglaciale und präglaciale Strandlinien, so werden wir vielleicht auch Terrassen desselben Alters haben. Aus England und der Schweiz hat man Beweise für zwei posttertiäre Eiszeiten. Unter der letzten reichten die Gletscher nicht so weit, als unter der ersten. Auch in Schweden sind in den letzten Jahren Thatsachen entdeckt, welche für zwei Eiszeiten zu sprechen scheinen. Es ist so wohl möglich, dass unser Land während der letzten dieser Zeiten nicht über und über eisbedeckt war, so dass manche Terrassen älter sein können, als der Schluss der Eiszeit, und gebildet sein können, ehe die letzte Aufsteigung anfang. Außerdem ist es eine ausgemachte Thatsache, dass Gletscher über lose Schichten

1) KJERULF spricht selbst mehrfach von Hochwasser und Hochwasserzeiten. (Flomme und Flomtider.)

hingeleiten können, ohne dieselben wegzuführen, ja bisweilen sogar ohne dieselben zu stören. So hat man z. B. in England ungestörte Schichten losen Materials unter alten Grundmoränen gefunden.

Wenn so aber auch manche unserer Strandlinien und Terrassen möglicher Weise nicht postglacial sind, so liegt indessen kein Grund vor, den bekannten Muschelbänken diesen Charakter abzusprechen. Die Torfmoore sind aber unzweifelhaft postglacial. Inter- und präglaciale Gebilde letzterer Art sind bei uns noch unbekannt.

Die Schwierigkeiten beim Zusammenstellen äquivalenter Bildungen jener wechselnden Perioden werden noch dadurch vermehrt, dass die Steigung nicht überall gleich groß gewesen ist. Das südliche Schweden und Dänemark sind seit dem Schluss der Eiszeit höchst unbedeutend gestiegen. In Norwegen sind einige Theile 600' gestiegen, andere dagegen, wie es scheint nur 300' 1). Man muss deshalb die Vergleichung auf engere Gebiete beschränken.

Meine Untersuchungen der Torfmoore haben mich die Niveaueverhältnisse kennen lernen lassen, unter welchen die verschiedenen Klimate an dem Christianiafjord herrschten. Die Niveaus der Muschelbänke stimmen hier mit denen der Torfmoore überein. Leider fehlen aber in diesen Gegenden sowohl Strandlinien als ausgeprägte Terrassen. In den Theilen des Landes dagegen, wo Strandlinien und Terrassen am meisten ausgeprägt sind, fehlt es bisher ganz, oder wenigstens fast ganz, an Untersuchungen über die Torfmoore.

Die Torfmoore scheinen dafür zu sprechen, dass die Steigung am Christianiafjord, wenn auch ohne Unterbrechung, so doch mit verschiedener Geschwindigkeit vor sich gegangen ist 2). Nach einem langsameren Anfang scheint dieselbe rascher und rascher geworden zu sein und ihre größte Geschwindigkeit in der Periode erlangt zu haben, in welcher das Land, das gegenwärtig zwischen 350' und 450' u. M. liegt, aus den Fluthen emportauchte. Später nahm die Geschwindigkeit der Steigung ab, und ist in der Gegenwart unmerklich klein geworden. Der ganze Vorgang würde somit an die Schwingung eines Pendels, das am raschesten in der Mitte seiner Bahn sich bewegt, erinnern.

Man weiß, dass jedenfalls gewisse Theile Norwegens seit dem Anfang der historischen Zeit nicht gestiegen sind. Es wäre aber verfrüht, daraus schließen zu wollen, dass die Steigung von Ruheperioden unterbrochen war. Das Zeitmaß der Geologie ist uns unbekannt. Außerdem wissen wir

1) Manche Thäler unserer feuchten Westküste führten gewiss während der Steigung tief herabsteigende Gletscher. So lange diese Gletscher noch bis ins Meer reichten, konnten sich kaum regelmäßige Terrassen bilden. Man ist deshalb nicht berechtigt, ohne weiteres zu behaupten, dass solche Thäler, wo die höchsten marinen Terrassen nur 2—300' u. d. M. liegen, nur 2—300' gestiegen sind.

2) s. oben p. 16.

ja, dass Hebungen im Laufe der Zeiten mit Senkungen abwechseln. Die Hebung muss von der Senkung durch eine Periode des Stillstandes oder unmerklicher Bewegung geschieden werden. Vielleicht ist die Jetztzeit für Norwegen eine solche Periode.

Diese Theorie von dem Wechsel kontinentaler und insularer Klimaten verbreitet auch Licht über andere botanische und geologische Verhältnisse, welche hier nicht berührt werden können. Dieselbe erklärt somit eine lange Reihe verschiedenartiger Thatsachen. Mehrere derselben ließen sich vielleicht auch auf andere Weise ausdeuten, aber die hier vorgelegte Theorie sammelt dieselben alle unter einen Gesichtspunkt und dürfte von diesem Gesichtspunkte aus alle natürlich und befriedigend erklären.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass diese Theorie auch auf andere Länder sich anwenden lässt. So sieht man auf E. FORBES' Karte über die Verbreitung der Flora der brittischen Inseln (*Memoirs of the Geological Survey 1846*), dass auch diese Flora aus verschiedenen Artgruppen zusammengesetzt ist, welche eine zersprengte Verbreitung haben und theils einen insularen, theils einen kontinentalen Charakter tragen. Auch in den Mooren Irlands und Englands finden sich ähnliche abwechselnde Schichten von Torf und Waldresten, wie bei uns. Cfr. z. B. S. B. SKERTCHLY: *The Geology of the Fenland* (in *Memoirs Geol. Surv. Engl. & Wales London 1877*. p. 157—172<sup>1</sup>) und KINAHAN in *Quart. Journ. of Science London 1874* u. XLIII p. 294.

Ähnliche Sprünge in der Verbreitung sowohl der östlichen als der westlichen Arten sind auch in Mittel- und Südeuropa eine häufige Erscheinung. Und wechselnde Schichten von Torf und Waldresten finden sich in den Torfmooren, z. B. des Jura's (nach LESQUEREUX) und zweifelsohne an noch manchen andern Orten, wenn man dieselben nur in solchen Gegenden sucht, welche nicht vor zu kurzer Zeit aus dem Meere aufgestiegen sind.

Wenn wir weiter in der Zeit zurückgehen, finden wir noch mehr derartige Zeugnisse für einen Wechsel trockener und feuchter Perioden. So wurde, wie bereits oben erwähnt, die Eiszeit mehrere Mal durch Zeiträume unterbrochen, während welcher die Gletscher einschrumpften. Aus einer dieser interglacialen Perioden schreiben sich die mächtigen Schieferkohlenlager bei Dürnten in der Schweiz. In diesen finden sich (nach

1. SKERTCHLY nimmt für die Fenland-moore fünf trockne Perioden an. Nach seinen Zeichnungen (l. c. Fig. 43—45 p. 167—168) scheint es aber, dass man diese Zahl reduciren muss; denn Baumstümpfe, die ohne zwischenlagernde Torfschichten über einander stehen, sind ohne Zweifel in derselben trocknen Periode gewachsen. In den Wäldern der Jetztwelt findet man ähnliche Stämme und Stumpfe über einander; cfr. z. B. Göppert: *Skizzen zur Kenntniss der Urwälder Schlesiens und Böhmens in Nova Acta XXXIV tab. II. Fig. 7 und tab. VII.*

O. HEER) sieben Waldschichten übereinander, durch Torfschichten getrennt, welche aus Sumpf- und Wasserpflanzen entstanden sind. Ähnliche Wald- und Wurzelschichten findet man aber bekanntlich in den Kohlenflötzen aller Zeiten bis in die Entstehungsperiode der alten Steinkohlen zurück.

Hier möchte ich auch an RICHTHOFFEN's Theorie der Lössbildung erinnern, an NEHRING's Entdeckung der fossilen Steppenfaunen in Deutschland, sowie an die Beobachtungen WHITNEY's u. a., nach denen die Flüsse und Süßwasserseen der Jetztzeit an vielen Orten der alten und neuen Welt viel wasserärmer sind als früher.

Über die Ursachen, die einen solchen Wechsel der Perioden veranlasst, sind wir allein auf Vermuthungen angewiesen. Die Muschelbänke Norwegens deuten auf Veränderungen in der Meerestemperatur, welche diese klimatischen Umwälzungen begleitet haben. Eine höhere Erwärmung des Meeres wird aber voraussichtlich eine Zunahme der Regenmenge zur Folge haben.

Es liegt darum die Vermuthung nahe, dass die Meerestemperatur und Stärke der Meeresströmungen periodischen Änderungen unterworfen sind, wie dies ja auch von einzelnen Naturforschern aus anderen Gründen angenommen ist. Wenn die Ursachen dieser Änderungen einmal sicher nachgewiesen werden können, werden diese Regenzeiten wahrscheinlich ein Mittel zur Messung der Zeiten abgeben, und ich nähre den festen Glauben, dass es sich dann herausstellen wird, wie die Ausbreitung der Arten durch Gesetze geregelt wird, die ebenso einfach sind, wie die, welche den Umlauf der Himmelskörper beherrschen.

### III. Vergleichung der Flora Grönlands, Islands und der Färöergruppe mit derjenigen Skandinaviens.

Die Flora der Färöergruppe ist von ROSTRUP<sup>1)</sup> beschrieben. Er zählt 307 phanerogame Pflanzen auf; unter diesen befinden sich aber nur 4, vielleicht sogar nur 3 Arten, welche in Schweden und Norwegen mangeln. Ebenso frappant ist die Gleichheit zwischen den beiderseitigen kryptogamischen Floren.

Über die isländische Flora hat GRÖNLUND<sup>2)</sup> die neuesten und zuverlässigsten Mittheilungen geliefert. Als für Island sichere Arten hat derselbe 317 Gefäßpflanzen aufgenommen, und unter diesen begegnet man nur 6 Arten, welche bei uns nicht vorkommen.

Grönland besitzt nach J. LANGE<sup>3)</sup> 378 Gefäßpflanzen, von welchen der größte Theil als skandinavische Arten bezeichnet werden kann, während nur ungefähr 60 amerikanische Typen vorstellen, die in Europa fehlen.

1) Botanisk Tidsskrift. Kjöbenhavn 1870.

2) Botan. Tidsskrift. 1878.

3) Oversigt over Grönlands Flora in Meddelelser over Grönland Kbh. 1880. cf. auch ders. Studier til Grönl. Flora in Bot. Tidsskr. 1880. Kjbh.

Die Färøergruppe, Island und Grönland zeigen also eine Flora, welche man, wenigstens was die beiden ersten Gebiete betrifft, als beinahe rein skandinavisch, oder wenn man lieber will, europäisch betrachten muss. Und doch liegen große Meeresstrecken zwischen jenen Ländern und uns. Dies ist eine beachtenswerthe pflanzengeographische Thatsache, welche der Erklärung bedarf.

Um eine solche zu geben, sind nur zwei Hypothesen möglich. Entweder liegt hier eine Wanderung über das Meer hinüber von einem Lande zum andern vor, oder man muss annehmen, dass einmal in der Vorzeit an einer oder der anderen Stelle eine direkte oder indirekte Landverbindung existirt hat, über welche hin die Einwanderung geschehen ist.

Diese beiden Hypothesen werde ich im Folgenden gegen einander abwägen.

Die Mittel, durch welche die Pflanzen bei ihrer Wanderung ohne menschliches Zuthun größere Meere überschreiten können, sind, so viel wir wissen, nur Winde, Meeresströmungen und Vögel.

Der Wind führt bisweilen die Asche der isländischen Vulkane bis ganz nach Skandinavien herüber. Es liegt deshalb der Schluss nahe, dass derselbe auch ebenso gut Pflanzensamen von einem Lande zum andern verführen könnte. Hierbei ist jedoch zunächst zu bedenken, dass der Same der Phanerogamen im Allgemeinen nicht darauf eingerichtet ist, um durch den Wind weither getragen zu werden. Bei manchen Arten ist derselbe freilich mit Flugapparaten ausgerüstet, bei dem Samen vieler Pflanzen fehlen aber derartige Vorrichtungen, und derselbe bietet überdies dem Winde eine im Vergleich mit dem Gewicht des Samenkorns so unbedeutende Angriffsfläche, dass an einen weiteren Transport in dieser Weise nicht gedacht werden kann. Die kleinen einzelligen Sporen der Moose, Pilze und anderer Kryptogamen können gewiss viel leichter über große Strecken hin verführt werden; da aber die Pflanzen dieser Art gewöhnlich tief unten am Boden zwischen höherem Gras und Buschwerk oder im Schutz des Waldes wachsen, und durch diese ihre Umgebung gegen den Wind geschützt werden, so ist auch bei ihnen kaum anzunehmen, dass sie ohne an Blättern oder Zweigen haften zu bleiben, durch Vermittelung des Windeshäufig in die höheren Luftschichten mit hinaufgerissen werden sollten, um so nach Analogie der von den Vulkanen ausgeschleuderten Asche, ihren Weg nach fernen Ländern zu finden.

Die Pflanzen oder ihre Samen können ferner durch Meeressrömungen von Küste zu Küste geführt werden, entweder selbständig und frei schwimmend, oder durch Treibholz und (wir denken an arktische Pflanzen) durch Treibeis getragen. Die Eisberge und die Eisschollen sind nämlich bisweilen mit Grus und Steinen bedeckt, welche von den Thäländern auf die Gletscher herabgestürzt sind, denen die Eisberge ihre Entstehung verdanken; und auf diesen Moränen findet man ab und zu lebende Pflanzen.

Wenn nun ein solcher Eisberg an einer fernen Küste strandet, ist also die Möglichkeit einer Pflanzentübersiedelung vorhanden. Für nicht arktische Pflanzen ist dagegen eine Wanderung durch Vermittelung der Meeresströmungen viel schwieriger, denn es ist durch Versuche nachgewiesen, dass der Same weitaus der meisten Phanerogamen im Wasser unter-sinkt.

Endlich können aber auch die Vögel keinen sehr bedeutenden Transport von Pflanzensamen über die Meere vermitteln. Die Seevögel leben nämlich einfach nicht von Pflanzennahrung und ihr beständiger Aufenthalt im Wasser wird ihre Federn und Füße von etwa anhängenden Pflanzensamen reinigen. Die Zugvögel sind ebenfalls in der Regel nicht Pflanzensondern Insektenfresser. Nur die Standvögel pflegen von Samen zu leben, aber gerade diese nehmen keine längeren Wanderungen über das Meer vor<sup>1)</sup>.

Aus den aufgezählten Gründen müssen einer Wanderung der Pflanzen über die Meere hin immer große Schwierigkeiten entgegentreten, und je größer die betreffenden Meeresstrecken sind, desto geringer wird die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten einer solchen Wanderung.

Nun sind es aber doch sehr große Meeresstrecken, die zwischen Europa auf der einen und der Färøergruppe, Island und Grønland auf der andern Seite liegen. Die färøer'sche und isländische Flora zählt eine Menge Arten, welche nicht arktisch sind, und welche also nicht wohl durch Treibeis oder Eisberge dorthin geführt sein können. Unter diesen nicht arktischen Arten giebt es ferner auf Island und den Färøern viele, deren Same nicht mit Flugeinrichtungen versehen ist, und darum auch nicht einmal dazu sich eignet, vom Wind über kürzere Strecken verführt zu werden. Island besitzt außerdem nach Mittheilung von Conservator R. COLLETT nur einen Zugvogel, dessen Nahrung wenigstens theilweis vegetabilisch ist, in sofern derselbe im Herbst Beeren verzehrt. Endlich ist auch die Richtung der Meeresströmungen einem Transport von Pflanzen von Europa nach den Färøern und Island oder umgekehrt nicht günstig. Wenn letzterer Umstand wirklich nennenswerthe Bedeutung für die Einwanderung der färøerschen und isländischen Flora gehabt hätte, so müssten diese Inseln viele amerikanische Arten aufweisen; denn der Golfstrom kommt zu diesen Inseln nicht von Europa, sondern von Amerika her.

Dr. C. J. v. KLINGGRÄFF<sup>2)</sup> behandelt ebenfalls die Frage nach der Abstammung der isländischen und färøerschen Flora. Aus ähnlichen Gründen

1) Statt eine Wanderung der Pflanzen durch Hilfe der Vögel anzunehmen, hat man vielmehr Grund zu glauben, dass der regelmässige Zug der Landvögel über größere offene Meeresstrecken selbst auf frühere Landverbindung hindeutet, cf. Palmén: über die Zugstrassen der Vögel. Leipzig, 1876. cap. IX und X und Stejneger: Noget om Fuglenes Vandringer in »Naturen« 1884. Nr. 4—2. Christiania.

2) Zur Pflanzengeographie des nördlichen und arktischen Europas. Marienwerder. 1875.

wie die, welche wir oben angeführt, betrachtet er es geradezu als eine Unmöglichkeit, dass die Flora dieser Inseln über das Meer eingewandert sein könne, dagegen scheint er freilich an eine noch größere Ungereimtheit zu glauben, indem er nämlich an der von den Naturforschern der Gegenwart verworfenen Vorstellung von verschiedenen Schöpfungscentren für ein und dieselbe Art festhält.

Auch in Bezug auf die Kryptogamen stoßen wir auf verschiedene Schwierigkeiten, wenn wir die Flora Islands und der Färöergruppe durch eine Einwanderung über das Meer erklären wollten.

Es giebt viele Pflanzen, welche von Schmarotzerpilzen angegriffen werden. Einzelne dieser Pilze sind weniger gewählig in der Wahl ihrer Wirth, indem dieselben ohne Unterschied verschiedene Arten angreifen. Es giebt aber auch eine ziemliche Menge solcher Schmarotzerpilze, welche nur auf einer einzelnen bestimmten Wirthpflanze auftreten.

Grönlund zählt<sup>1)</sup> 8 Schmarotzerpilze auf, welche an bestimmte Wirthpflanzen gebunden sind, und sich auf Island vorfinden. Diese sind sämmtliche arktische.

Auf den Färöern findet sich eine ganze Anzahl Schmarotzerpilze. Rosstrup führt hingegen 20 Arten auf, welche an bestimmte Wirthpflanzen gebunden sind. Mehrere derselben treten auf Pflanzen auf, die nicht arktisch sind, und nicht wohl durch Treibeis eingeführt sein können z. B. Rostpilze auf *Viola silvatica* und *palustris*, *Epilobium palustre*, *Caltha palustris*, *Cerastium vulgatum*, *Hieracium vulgatum*, *Linum catharticum*, *Tussilago Farfara* u. s. w.

Dieselben isländischen und färöerischen Schmarotzerpilze trifft man bei uns auf denselben Wirthpflanzen. Denkt man sich nun den Samen der Wirthpflanzen als über das Meer her angeführt, wie kamen die Schmarotzerpilze nach? Mit dem Samen der Wirthpflanzen konnten sie nicht mitfolgen, denn der größte Theil dieser Parasiten greift nur die Blätter und den Stengel an, und die Brandpilze, welche den Samen angreifen, tödten denselben und rauben ihm das Keimvermögen. Aber wollte man sich auch denken, dass die kleinen Sporen durch Winde oder Vögel über das offene Meer hinüber gebracht werden könnten, so wäre es doch unwahrscheinlich, dass dieselben gerade auf die ihnen als Wirth dienenden Blätter niederfallen sollten. Eher ließe sich noch vorstellen, dass arktische Pflanzen mit ihren Schmarotzerpilzen auf Eisbergen von einem Land zum andern geführt werden könnten.

Die Hypothese, dass die grönländische, isländische und färöersche Flora über das Meer hinüber eingewandert ist, stößt somit auf bedeutende Schwierigkeiten.

Treibeis scheint überdies kein gerade sehr wirksames Transportmittel

1. Bot. Tidsskr. 3, 3.

zu sein. Die vulkanische Insel Jan Mayen ist auf allen Seiten von einem tiefen Meer umgeben, dessen Tiefe 1000 Faden übersteigt. Diese große Tiefe schließt jeden Gedanken an frühere Landverbindung aus. Die Flora dieser Insel scheint dementsprechend auch außerordentlich arm zu sein. Obwohl das Eiland beständig von Treibeis umlagert ist, fanden die Theilnehmer der norwegischen Nordmeerexpedition auf demselben nicht mehr als 11 Arten Phanerogamen, alles häufige arktische Formen. Diese Armuth hat zweifelsohne ihren Grund in der Schwierigkeit der Einwanderung und nicht in den Naturverhältnissen Jan Mayens, denn wo 11 arktische Arten gedeihen können, müssten ebensogut 100 Arten fortkommen, wenn sie nur Gelegenheit zur Übersiedelung gefunden.

Schmale Meerengen können bisweilen Schranken bilden, welche nur schwierig sich überschreiten lassen. So bildet z. B. die Baffinsbay (cf. Hooker: distrib. of arctic plants) eine weit strengere Grenze für die Pflanzen, als das breite nordatlantische Weltmeer.

Ein noch auffallenderes Verhältniss aus der malayischen Inselwelt hat R. WALLACE beschrieben und ich werde hier aus seinen Untersuchungen ein Wenig mittheilen.

Das südöstliche Eck Asiens setzt sich unterseeisch durch eine große Bank fort, welche die Halbinsel Malacca und die Inseln Sumatra, Java und Borneo trägt. Die mittlere Tiefe des Meeres in diesen Gegenden beträgt nicht über 70 Meter und die Schiffe können beinahe überall ankern; aber eine Rinne mit sehr tiefem Wasser scheidet diese Region von einer anderen unterseeischen Bank, welche sich im Norden vor Australien vorlagert. Auf letzterer Bank liegt neben einigen andern kleineren Inseln, Neu Guinea. Der schmale Meeresarm, welcher die Inselgruppe, (nach WALLACES Bezeichnung), in den indomalayischen und den austromalayischen Theil zerlegt, bildet die Scheidewand zwischen zwei Welten. Fauna und Flora der ersten Region zeigen nach WALLACES Meinung, dass dieselbe einen Theil des asiatischen Festlands gebildet hat, von welchem es aller Wahrscheinlichkeit nach erst vor ziemlich kurzer Zeit losgetrennt worden ist. Der Elephant, der Tapir, das Nashorn auf Sumatra, das wilde Rind auf Java und Borneo gehören dem südlichen Asien an, und Vögel und Insekten dieser Inseln bieten ebenfalls die größte Ähnlichkeit mit denen des Festlandes. Diese Thatsachen lassen sich nicht durch Einwanderung in der neuesten Zeit erklären, denn am Meeresufer machen sogar alle Insekten und Vögel (mit Ausnahme der Zugvögel) in ihrem Vordringen Halt, und bleiben auf die Inseln beschränkt, welche sie einmal bewohnen. Die Ähnlichkeit, welche man zwischen den Erzeugnissen Asiens und Indomalaysiens wahrnimmt, lässt sich, nach WALLACES Anschauung, allein durch die Hypothese erklären, dass diese Länder einmal zusammengehangen haben.

4/ R. WALLACE: the Malay archipelago, a narrative of travel. London.

Jenseits jener oben erwähnten tiefen Rinne trägt die Flora und die Fauna ein australisches Gepräge. Wenn man z. B. von der Insel Bali nach der Nachbarinsel Lombok reist, welche letztere kaum 30 Kilometer von der ersteren entfernt ist, aber an der entgegengesetzten Seite der besprochenen Rinne liegt, so kann man in wenigen Stunden zwei Länder besuchen, die eben so sehr von einander verschieden sind, wie Europa von Amerika es nur sein kann. Dieser Unterschied zwischen den zwei Theilen der malayischen Inselgruppe ist um so auffallender, da derselbe durchaus nicht Unterschieden in den physikalischen Bedingungen dieser Länder entspricht. Neu-Guinea gleicht Borneo so wohl in Anbetracht des Klimas, als in der Üppigkeit der Vegetation, und im Fehlen der Vulkane, aber die Thier- und Pflanzenformen dieser beiden Inseln sind durchaus verschieden, während im Gegensatz dazu die trocknen Landflächen Neuhollands noch heute Vögel ernähren, welche deutlich denen gleichen, die in den feuchten und dichten Wäldern Neu-Guineas und der Nachbarinseln leben. Durch das Studium dieser Verbreitung der Floren und Faunen verschiedenen Ursprungs müsste also, nach WALLACES Meinung, der Naturforscher in den Stand gesetzt werden, die Grenzen der alten, längst vom Meer verschlungenen Kontinente abzustecken und unser Wissen über die Veränderungen der Erdoberfläche auch an solchen Stellen zu ergänzen, wo die Observationsmittel der Geologen nicht ausreichen.

Vergleicht man die Untersuchungen WALLACES mit dem, was oben über das Verhältniss der grönländischen, isländischen und färöerschen Flora zu derjenigen Europas gesagt ist, so stehen wir vor zwei Thatsachen, deren jede für sich allein betrachtet, schon auffallend genug ist, die aber in noch viel höherem Grad bei solcher Zusammenstellung unsere Aufmerksamkeit wecken muss. Dort ein schmaler Meeresarm, nicht breiter, als dass man von Ufer zu Ufer sehen kann, und doch bildet derselbe die Grenze zwischen dem Thier- und Pflanzenleben zweier Welttheile; hier das unabsehbare Weltmeer, und doch auf beiden Seiten Länder mit fast unterschiedslosen Naturerzeugnissen.

Die schmale Strasse zwischen Bali und Lombok ist nicht breiter als viele der Sunde, welche die norwegischen Inseln vom Festlande scheiden. Über so schmale Meeresarme muss die Wanderung der Pflanzen leicht fortschreiten können. Wenn wir aber nichtsdestoweniger die Grenze zwischen dem Pflanzen- und Thierleben Australiens und Asiens so scharf ausgeprägt finden, so muss der Grund dafür zum größten Theil in andern Verhältnissen liegen. Die zwei organischen Welten, welche auf Bali und Lombok einander Angesicht zu Angesicht gegenüber stehen, sind, jede in ihrer Art, aus Thieren und Pflanzen zusammengesetzt, welche durch geologische Zeiträume hindurch sich mit einander eingelebt haben, und jeder Platz im Haushalte der Natur ist durch Wesen besetzt, die besser als andere geschickt sind, denselben zu behaupten. Einzelne Asiaten würden sich nicht leicht

in die australische Welt einfügen, und eben so wenig Australier in die asiatische, weil die Verbreitung der lebenden Wesen nicht bloß durch Erdreich und Klima bestimmt wird, sondern eben so sehr durch das Verhalten zu den übrigen Organismen.

Bereits in der Flora JAN MAYENS haben wir ein Zeugniß dafür, daß Pflanzen große Meeresstrecken bei ihrer Wanderung überschreiten können, und hier war es das Treibeis, auf welches wir uns hingewiesen sahen, um eine solche Übersiedelung zu erklären. Wir wollen nun die Vegetationsverhältnisse anderer Inseln in's Auge fassen, die ebenfalls so weit vom Lande ab und in so tiefen Meeren liegen, daß der Gedanke an frühere Landverbindung ausgeschlossen ist, welche aber gleichzeitig in solchen Gegenden liegen, wo Treibeis nicht als Transportmittel gedient haben kann.

Die Gallopagosinseln, welche 160 geogr. Meilen von Süd-Amerika abliegen, besitzen ungefähr 340 wildwachsende Phanerogamen. Wenn wir uns daran erinnern, daß die Färöergruppe 307 Arten aufweist, muß es uns auffallen, wie arm die Gallopagosinseln, trotz ihres tropischen Klimas in botanischer Hinsicht dastehen, und doch ist der Abstand letzterer Gruppe von Amerika nicht sehr bedeutend, und es geht überdies ein Meeresstrom von Amerika nach den Gallopagos.

Unter den Arten der Gallopagos finden sich aber nicht weniger als 174, welche diesen Inseln eigenthümlich sind, und nicht anderswo gefunden werden. Und hierzu kommt weiter noch der bemerkenswerthe Umstand, daß dieselbe Familie oft mit mehreren Arten auftritt, die aber wieder jede auf eine einzelne Insel beschränkt sind und sonst in der ganzen Welt nicht wiedergefunden werden. Dasselbe gilt aber auch von den Landthieren der Inseln. Obgleich aber solchergestalt das Pflanzen- und Thierleben ein höchst eigenthümliches ist, läßt sich doch ohne Schwierigkeit erkennen, woher dasselbe eingewandert ist, denn alle Pflanzen und Thiere der Gallopagosinseln sind den amerikanischen Formen mehr oder minder nahe verwandt. Von Amerika her muß daher die Einwanderung durch zufällige Transporte über das Meer in der Weise vor sich gegangen sein, daß im Lauf der Jahrtausende vereinzelt Male hier ein Samenkorn oder Individuum und dort wieder eins angeschwemmt wurde; unter den neuen Verhältnissen haben diese aber sich zum größten Theil verändert und neue mehr oder minder abweichende Formen gebildet.

Von derselben Beschaffenheit, wie die Flora der Gallopagosinseln, ist auch die Flora anderer Inseln in tiefen Meeren und fern vom Lande. Ähnlichen Verhältnissen begegnen wir z. B. in der einheimischen Flora St. Helenas, Ascensions u. a. m.<sup>1)</sup>. Diese Floren der oceanischen Inseln sind arm an Formen, aber reich an eigenthümlichen Arten und Ge-

1) Cf. J. D. HOOKER: Lecture on insular Floras. 1866. und Darwin: Origin of species.

schlechtern, welche sonst auf der Welt sich nicht wiederfinden. Ihre Naturerzeugnisse zeigen aber immer Verwandtschaft mit den Formen eines oder des anderen der großen Festländer, und diese Verwandtschaft ist ein Wink dafür, von welcher Seite her die Einwanderung geschehen.

Dies sind also die Verhältnisse auf solchen Inseln, von welchen wir annehmen müssen, dass sie ihre Pflanzenbevölkerung durch zufällige Transporte über das Meer erhalten haben. Wie ganz anders gestaltet sich aber die Flora der Färöergruppe und Islands. Dieselbe steht, wie Rostrup in Bezug auf die färöersche bemerkt, in der Artenanzahl kaum beträchtlich zurück gegen die Floren gleich großer Gebiete des Festlandes mit ähnlichen Witterungsverhältnissen und unter gleichem Breitengrade. Im Verhältniss zu den Gallopagosinseln war dieselbe, wie wir sehen, auffallend reich, aber, wie zum Entgelt dafür haben weder die isländische noch die färöersche Flora irgend welche für dieselbe eigenthümliche Art, die nicht auch anderwärts gefunden würde.

Wir sind hier auf die Frage nach der Entstehung der Arten geführt, eine Frage, welche, wie ich glaube in der nächsten Verbindung mit der Frage wegen der Pflanzenwanderung steht.

Bekanntlich glauben die Naturforscher, dass die Arten sich im Laufe der Zeit ändern und dass die Arten der Gegenwart von den Arten der Vergangenheit abstammen. Diese Meinung wird durch so vielfache Reihen von Thatsachen gestützt, dass man an ihrer Wahrheit nicht zweifeln kann, und dieselbe wird deshalb auch von den meisten Naturforschern unserer Tage angenommen. Dass jedoch viele Arten, ja ganze Floren sich Jahrtausende hindurch unverändert erhalten können, dürfen wir aus der Flora unsers eigenen Landes schließen. Während der Eiszeit war Norwegen nämlich bis auf die äußersten Klippeninseln der Küste von einer Binnenlands-Eismasse überdeckt, aus welcher nur einzelne der höchsten Zinnen hervorragten. In dieser Periode konnte somit das Land nicht die zahlreichen Arten nähren, welche gegenwärtig bei uns sich finden. In den Spalten der nackten Felsspitzen behaupteten sich vielleicht einige der härtesten arktischen Arten, wie dies auf den »Nunatakken« der Fall, welche über das Binnenlandseis Grönlands emporragen. Der größte Theil unserer Arten muss indessen aus andern Ländern eingewandert sein, nachdem das Eis angefangen hatte abzuschmelzen. Diese Vermuthung wird noch mehr durch den Umstand bestärkt, dass Norwegen und Schweden (jedenfalls was Gefäßpflanzen betrifft), kaum eine einzige eigenthümliche Art besitzen. Von gewissen veränderlichen Familien (z. B. Hieracium) haben wir unzweifelhaft Formen, die im Auslande nicht vorkommen; aber diese Formen, die theilweise Bastarde sein mögen, weichen doch nicht mehr von den ausländischen ab, als dass manche Botaniker sie für Abarten ansehen wollen. Man sieht also, wie trotz der vielen Jahrtausende, welche seit dem Beginn der Einwanderung verflossen — und dass dieser Zeitpunkt weit zurück-

liegt, davon können wir überzeugt sein, — dennoch unter den Einwandrern es nicht zur Bildung dessen, was man eine »gute Art« nennt, gekommen ist.

Nachweislich haben sich aber die Arten noch viel längere Zeit hindurch unverändert gehalten; denn die jetzt lebende Flora ist präglacialen Ursprungs, und viele noch lebende Arten finden sich fossil in inter- und präglacialen Kohlenlagern. Ja selbst unbedeutende Abarten haben sich sehr lange ohne Veränderung erhalten <sup>1)</sup>.

Bei der langsamen Wanderung der Pflanzen über zusammenhängende Landesstrecken ist die Veranlassung zur Artenbildung nur in geringem Grade vorhanden. Jeder Gärtner und Thierzüchter weiß, dass die Kreuzung mit der Hauptform neue Abarten auf jene zurückerführt. Bei der langsamen Wanderung, die ja immer mit Massen von Individuen vorgeht, wird eine solche Kreuzung leicht eintreten, und zufällige Abweichungen von der Hauptform werden sich durch die häufige Kreuzung leicht verwischen, ehe neue constante Formen Zeit bekommen haben sich zu bilden.

Ich halte es deshalb für wahrscheinlich, dass gerade diese schrittweise Wanderung dazu beiträgt ganze Gruppen von Arten durch tausende von Generationen hindurch unverändert zu bewahren und dass so auch unsere Flora sich deshalb so lange unverändert gehalten hat, weil die Artgruppen, aus welchen dieselbe besteht, beständig langsam von Ort zu Ort gewandert sind.

Jene oceanischen Inseln mit den zahlreichen ihnen eigenthümlichen Arten haben ihre Thier- und Pflanzenbevölkerung durch zufällige Einwanderungen bekommen, aber diese Einwanderungen erstreckten sich nicht auf eine Menge von Individuen sondern nur auf ein oder höchstens ein paar vereinzelt Samenkörner, die ein vereinzelt Mal etwa durch Vögel mitgebracht oder durch die Wellen ans Ufer gespült wurden. Wenn diese am fernen Strand sich entwickelten, mussten unter den neuen Verhältnissen leicht neue Formen entstehen und sich behaupten können, da eine Kreuzung mit der Hauptform abgeschnitten war <sup>2)</sup>. Aus den Erfah-

---

1) Von der gewöhnlichen Haselstaude haben wir so zwei Formen, die eine mit runden, die andere mit länglichen Nüssen, im Übrigen aber nicht zu unterscheiden. Diese beiden Formen pflanzen sich nach Professor SCHÜBELERS Beobachtungen durch Aussaat fort. Derselbe hat bereits die 3. Generation aufgezogen, und immer gefunden, dass runde Nüsse Büsche mit runden, und längliche solche mit länglichen Nüssen geben \*). Beide besprochene Nussformen findet man aber nicht allein in alten Torfschichten, sondern auch (nach HEER) sogar in den interglacialen Schieferkohlen der Schweiz, so dass man wohl zu der Annahme berechtigt ist, dass dieser unbedeutende Unterschied unverändert durch Tausende von Generationen hindurch vererbt ist.

2) Cf. WAGNER: Die DARWINSche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen. Leipzig. 1868.

---

\*) Cf. SCHÜBELER: Die Pflanzenwelt Norwegens. Christiania 1873—75. p. 209.

rungen an unsern Hausthieren und cultivirten Pflanzen wissen wir, dass neue Formen innerhalb weniger Generationen sich ausbilden können, wenn nur genügend für Reinhaltung der Race gesorgt wird.

Die isländische und färöersche Flora verhält sich also, sowohl in Bezug auf Anzahl der Arten, als auch in Bezug auf den Mangel eigenthümlicher Formen in anderer Weise, als jene Inseln, welche ihre Thiere und Pflanzen durch Wanderung über das Meer erhalten haben <sup>1)</sup>.

Wir haben somit gesehen, dass die Hypothese einer Einwanderung der isländischen und färöerschen Flora über das Meer hin auf große Schwierigkeiten stößt, und dass sogar Gründe vorliegen, welche für die andere der beiden genannten Alternativen sprechen, nach welcher die Einwanderung längs seitdem verschwundener Landverbindungen geschehen wäre. Hier liegen aber wieder verschiedene Möglichkeiten vor. Landverbindungen in den unbekanntenen Gegenden um den Nordpol können in den wärmeren Perioden die Brücke für die Wanderung von der alten Welt nach der neuen abgeben haben.

Schon E. FORBES hat in seiner Arbeit über die Einwanderung der britischen Flora und Fauna <sup>2)</sup> darauf hingewiesen, dass die nordamerikanische Testaceenfauna mit der europäischen sehr viele litorale nicht migratorische Formen gemein hat, was nach seiner Meinung auf eine ehemalige Landverbindung (wahrscheinlich im hohen Norden) deutet.

Um der Hypothese einer Wanderung über das Meer hinüber auszuweichen, brauchten wir somit nicht gerade eine Brücke quer über die ganze Breite des nördlichen atlantischen Meeres zu bauen, sondern könnten uns mit einer versunkenen Landverbindung zwischen Grönland auf der einen und Island und der Färöergruppe auf der andern Seite begnügen. Eine Überbrückung des Meeres zwischen den Färöern und Europa bedürfen wir aber, unter Voraussetzung einer älteren Wanderung in den Gegenden um den Pol, nicht weiter.

Wir wollen nun schließlich noch die Tiefenverhältnisse des Meeres ins Auge fassen, um uns darüber klar zu werden, welcherlei Hebung des Meeresbodens erforderlich ist, um die Brücke für eine Wanderung durch die hier besprochenen Gegenden herzustellen. Professor MORNS Karte <sup>3)</sup> über die Tiefenverhältnisse des betreffenden Meerestheils liefert uns dazu in vorzüglichster Weise die nöthigen Anhaltspunkte.

Eine Steigung von weniger als 400 Faden würde Schottland, die Orkneyinseln und die Hebriden mit den britischen Inseln und dem europäi-

1) Die Färöerflora besitzt nur einzelne Varietäten, welche von den europäischen verschieden sind, und diese Varietäten hat dieselbe mit den Floren Grönland und Island gemein; ein Umstand der auf einen engeren Zusammenhang der Floren jener Länder untereinander, als mit der festländisch-europäischen deutet.

2) Memoirs of the Geological Survey of Great Britain. Vol. I. London 1846. p. 379 ff.

3) Cf. PETERMANN'S geographische Mittheilungen Ergänzungsheft Nr. 63, Gotha 1880.

schen Festland in Verbindung setzen und verschiedene große Bänke in der Umgebung der Färöer und Island, sowie im Westen von Schottland über die Meeresoberfläche emporbringen. Eine Steigung von zwischen 200 und 300 Faden würde Island und die Färöergruppe vereinigen, und eine Steigung von etwas über 300 Faden oder 2000 Fuß würde eine Brücke von Europa über die Färöergruppe und Island bis nach Grönland zu Stande bringen.

Demnächst muss man bedenken, dass unsere Flora bereits vor der Eiszeit bestanden hat. Wir brauchten also diese hypothetischen Niveauveränderungen nicht in die postglaciale Zeit zu verlegen, denn die Übergletscherung Skandinaviens und Britanniens erstreckte sich nicht bis zu den Färöern, wo (nach HELLAND) nur lokale Gletscher sich vorfanden. Es ist darum wohl denkbar, dass während der Eiszeit im Meere um Island und der Färöer-Gruppe Inseln existirt haben können, auf welchen die gegenwärtige Flora eine Freistätte fand.

Die Eiszeit wurde (vielleicht mehrere Male) durch Perioden unterbrochen, während welcher die Gletscher sich mittlerweile etwas zurückzogen, um später wieder zu wachsen. Aus einer solchen interglacialen Periode stammen (nach O. HERR) die bekannten Schieferkohlen bei Dürnten in der Schweiz. Diese Schieferkohlen sind nichts anderes, als alte Torfschichten. Ihre Mächtigkeit steigt an einigen Stellen bis auf 12 Fuß. Um 12 Fuß Schieferkohle zu bilden, werden aber weit mächtigere Torfschichten erfordert. Die Schieferkohlen bei Dürnten bestehen wie unsere norwegischen Torflager aus abwechselnden Schichten von Torf und Waldresten, und enthalten 6 Torfetagten. So zahlreiche Etagen habe ich nie in irgend einem der vielen Moore gefunden, welche ich bei uns untersucht habe. Die ältesten Moore, welche man in Norwegen kennt, haben nur 4 Torflager und da, wo man (wie es bei Dürnten der Fall) regelmäßige Etagen antrifft, ist die Tiefe viel geringer als die Tiefe der ehemaligen Torflager bei Dürnten, (im Durchschnitt nur 16 Fuß). Dies giebt uns eine Vorstellung über die Länge der Zeit, welche zur Bildung jener Schieferkohlschichten in Dürnten in Anspruch genommen wurde. Nach der Anzahl der Torfetagten zu rechnen müsste jene interglaciale Zeit einen viel längeren Zeitraum betragen haben, als die Zeit, die zwischen dem Ende der Eiszeit Südnorwegens und der Gegenwart sich ausdehnt.

Diese Betrachtung eignet sich dazu, uns einen Begriff davon zu geben, wie lange die gesammte Eiszeit gedauert hat. Seit dem Schluss derselben haben aber gewisse Theile Norwegens sich um nicht weniger als 400 Faden gehoben. Niveauveränderungen von 2—300 Faden seit dem Abschluss der Tertiärzeit können somit durchaus nicht als unwahrscheinlich bezeichnet werden. In Wales hat man<sup>1)</sup> Beweise für eine Steigung von mehr als

1) Lyell: Principles of Geology ed. 10. I. p. 195 et p. 127.

200 Faden in der quaternären Zeit, und in Sicilien findet man 2—3000 Fuß hohe Berge, deren Gipfel aus einem Kalkstein besteht, dessen versteinerte Muscheln zum großen Theil denselben Arten angehören, welche noch heute im Mittelmeer leben. Aber nicht genug damit, GWYN JEFFREYS<sup>1)</sup> meint sogar, dass viele jetzt lebende Mollusken die wir als Bewohner großer Tiefen kennen, in solchen Höhen über dem Meere fossil gefunden werden, dass man Niveauveränderungen von beinahe 12000 Fuß seit den späteren Tagen der Tertiärzeit annehmen muss.

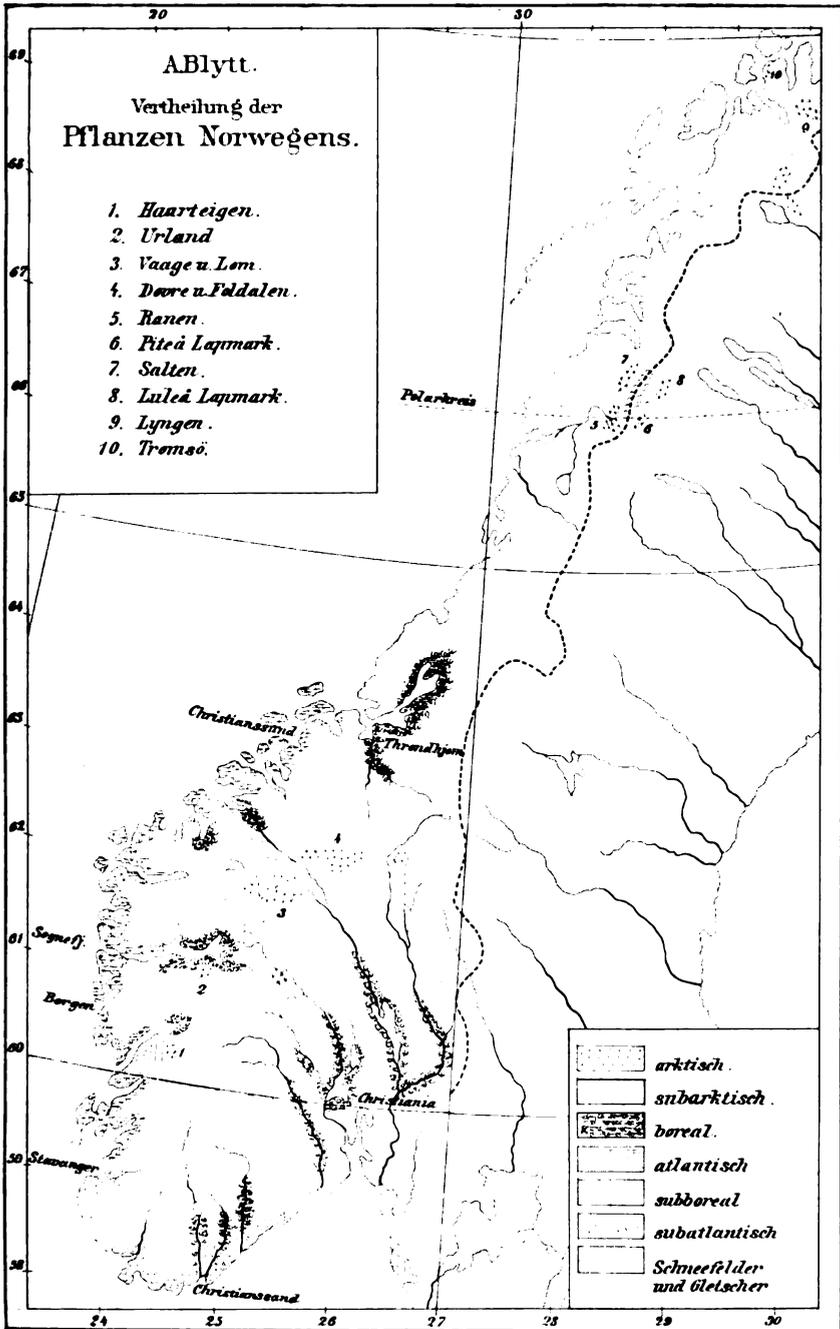
Senkungen entziehen sich der Beobachtung viel leichter als Hebungen. Sind aber so bedeutende Hebungen eingetreten, so kann es nicht für unwahrscheinlich gelten, dass gleichzeitig große Senkungen an andern Orten vor sich gegangen.

Eine derartige Landverbindung von Grönland nach den Färöern und vollends von dort weiter nach Europa würde den warmen Meeresstrom von den Küsten Nordeuropas absperren, und der nördliche Theil des atlantischen Oceans würde so in ein gegen den Süden hin abgeschlossenes Eismeer verwandelt werden. Da wir aber wissen, dass unser Land sein mildes Klima der warmen Meeresströmung verdankt, welche seine Westküste bespült, so kann kein Zweifel darüber obwalten, dass eine derartige Landverbindung einen sehr bedeutenden Einfluss auf das Klima Skandinaviens hätte ausüben müssen, ja vielleicht geradezu als mitwirkende Ursache zum Eintritt der Eiszeit angesehen werden könnte.

Doch — a posse ad esse non valet consequentia, — ich habe nur nachweisen wollen, dass immerhin eine Anzahl Gründe dafür sprechen, dass die isländische und färöersche Flora nicht durch zufällige Transporte über das Meer eingewandert sind, sondern Schritt für Schritt über eine Länderbrücke hin, die aber bereits lange schon wieder versunken.

---

1) Quart. Journ. Geol. Soc. London. Aug. 1880.



**Axel Blytt.**

**Nachtrag zu der Abhandlung:  
Die Theorie der wechselnden kontinentalen und insularen  
Klimate.**

Als meine Abhandlung schon geschrieben war, habe ich zwei neue Werke gelesen, die soeben erschienen sind, WALLACE: *Island Life*, und J. GEIKIE: *Prehistoric Europe*.

Beide Autoren nehmen eine frühere Landverbindung zwischen Europa, Island und Grönland an. WALLACE verlegt dieselbe in die präglaciale, GEIKIE aber in die postglaciale Zeit. Es scheint mir, wie schon oben hervorgehoben, nicht wahrscheinlich, dass so große Niveauveränderungen in der postglacialen Zeit stattgefunden haben. Andererseits dürfen wir aber die Landverbindung auch nicht zu weit zurückverlegen, wenn wir die Verbreitung der jetzt lebenden Arten erklären wollen.

WALLACE hat in seiner oben genannten Arbeit die bekannten Theorien CROLL's etwas modificirt, so dass dieselben jetzt besser mit den geologischen Thatsachen stimmen. CROLL ist der Meinung, dass Eiszeiten von einer großen Excentricität der Erdbahn herühren. WALLACE zeigt nun, wie auch die Vertheilung von Land und Meer einen mächtigen Einfluss übt, und indem er diesen Einfluss mit den von CROLL vermutheten astronomischen Einflüssen combinirt, werden viele Thatsachen, die der CROLL'schen Theorie widersprachen, natürlicher und befriedigender erklärt.

CROLL und WALLACE kommen beide zu dem Resultate, dass die Eiszeit vor ungefähr 80000 bis 90000 Jahren ihren Abschluss fand. So weit zurück liegt nämlich die letzte Periode großer Erdbahnexcentricität.

Wir haben oben gesehen, dass die postglacialen Bildungen Norwegens auf 4 feuchte und 4 trockene Perioden seit dem Ende der Eiszeit deuten, und dass wir jetzt in der fünften trocknen Zeit leben.

CROLL und WALLACE meinen beide, dass die Präcession der Äquinoclien eine klimatische Periode bedingt, und zwar so, dass kalte und milde Perioden, jede von 40500 Jahren mit einander wechseln. Sie machen aber keinen Versuch, diese Periodicität geologisch nachzuweisen und die postglacialen Bildungen als Zeitmesser herbeizuziehen.

Wenden wir aber diese Präcessionstheorie auf die in unserer Abhandlung besprochenen postglacialen Bildungen Norwegens an, so finden wir, dass die Eiszeit vor 80000 bis 90000 Jahren ihr Ende nahm, und kommen folglich zu demselben Resultate wie CROLL und WALLACE, aber auf einem ganz anderen Wege. Ich bin weit entfernt davon auf diese Übereinstimmung ein sehr großes Gewicht zu legen; dieselbe ist aber doch bemerkenswerth.

## Die Florenelemente Norwegens.

(Genauere Angaben der Verbreitung finden sich in **BLYTT: Norges Flora. Christiania 1864—76.**)

Die in Norwegen wildwachsenden Pflanzen sind:

- 1) **Arktische.** Pflanzen, die in Nordgrönland, Spitzbergen und anderen hochnordischen Gegenden wachsen. Fehlen gewöhnlich im südlichen Tieflande.
- 2) **Subarktische.** Sie sind in Norwegen eben so häufig, zuweilen sogar häufiger in den nördlichen Landestheilen und auf den Gebirgen, als in den südlichen tiefliegenden Gegenden, fehlen aber fast alle in jenen entschieden arktischen Ländern. Mehrere wachsen in Südgrönland. Bei uns gehen sie gewöhnlich weit gegen Norden (nach Finmarken) und steigen (wenn nicht littoral) selbst in den nördlichen Theilen des Landes hoch in's Gebirge bis in die Birken-, Weiden-, mehrere sogar bis in die Flechtenregion hinauf. Die meisten finden sich auch in den südlichen, tiefer liegenden Gegenden des Landes.
- 3) **Boreale.** Fehlen in den nördlichsten und höher liegenden Gegenden. Finden sich fast alle sowohl östlich als westlich vom Gebirge. Die meisten sind seltener oder fehlen ganz an den offenen feuchten Meeresküsten im Stifte Bergen. Im südlichen Lande steigen sie (wenn nicht littoral) mehrere hundert (viele bis 4500—2000) Fuß über das Meer hinauf. Die meisten gehen nicht über den 64. Breitengrad hin; mehrere gehen weiter nach Norden, einzelne bis 68—69°. In diesen nördlichsten Landestheilen wachsen sie nur in den niedrigsten Gegenden und ziehen hier häufig Kalk und die Küsten des offenen Meeres vor.
- 4) **Atlantische.** Gehören besonders oder ausschließlich den tieferliegenden feuchten Meeresküsten zwischen Stavanger und Christiansund an. Die meisten fehlen in den inneren mehr kontinentalen Fjordgegenden. Nur einzelne überschreiten den 64. Breitengrad.
- 5) **Subboreale.** Diese Flora hat wie die boreale ein kontinentales Gepräge. Sie ist aber später eingewandert und findet sich nur in den südlichsten Gegenden, wo die meisten Arten nicht höher als 400—200 Fuß hinaufsteigen. Mehrere subboreale Arten gehen westwärts nach Jøderen und Stavanger. Die meisten finden sich aber auf den Kalksteinen und Schieferen der Silurformation am Skiens- und Christianiafjord.
- 6) **Subatlantische.** Diese Flora ist, wie die atlantische, eine Feuchtigkeitsliebende. Sie ist aber später eingewandert und gehört deshalb dem südlichsten Tieflande an. Die meisten Arten finden sich im Stifte Christianssand.

Es folgen jetzt Verzeichnisse der Arten, die den verschiedenen Florenelementen zugerechnet werden können. Auf der Karte sind die Gegenden hervorgehoben, wo die verschiedenen Florenelemente vorherrschen.

### Arktische Arten.

v = auch im südlichen Tieflande. a = häufig in den Gebirgen und gewöhnlich auch im nördlichen Tieflande. l = littorale Pflanzen. n = Arten, die nur im nördlichen Theile des Landes wachsen. s = Arten, die vorzugsweise oder ausschließlich in den auf der Karte als arktisch hervorgehobenen kontinentalen Gegenden vorkommen. sv = Arten, die kontinentale Gegenden vorziehen, aber auch im südlichen Tieflande vorkommen. r = sehr selten.

Equisetum variegatum s.	Asplenium viride sv.	Cystopteris fragilis v.
— scirpoides s.	Woodsia glabella s. n. r.	Lycopodium Selago v.
— arvense β alpestre a.	— hyperborea sv.	— alpinum a.

- Hierochloa alpina* s. n. r.  
*Catabrosa algida* s.  
*Agrostis rubra* a.  
*Aira alpina* a.  
*Vahlodea atropurpurea* a.  
*Trisetum subspicatum* a.  
*Poa laxa* a.  
   — *stricta* s. r.  
   — *glauca* a.  
   — *flexuosa* s.  
*Festuca ovina* v.  
*Triticum violaceum* s.  
*Elymus arenarius* l.  
*Carex parallela* s.  
   — *scirpoides* s. n. r.  
   — *capitata* s.  
   — *nardina* s. n. r.  
   — *microglochin* s.  
   — *rupestris* s.  
   — *incurva* l. s.  
   — *lagopina* a.  
   — *norvegica* l.  
   — *glareosa* l.  
   — *festiva* s. r.  
   — *bicolor* s. r.  
   — *rufina* s.  
   — *alpina* a.  
   — *atrata* a.  
   — *misandra* s. r.  
   — *rigida* a.  
   — *pulla* a.  
   — *salina* l.  
   — *maritima* l.  
   — *rotundata* a.  
   — *rariflora* s.  
   — *ustulata* s.  
   — *capillaris* v. s.  
   — *pedata* s. n.  
*Elyna spicata* s.  
*Kobresia caricina* s.  
*Eriophorum capitatum* a.  
   — *russeolum* s. n. r.  
*Juncus balticus* l. s.  
   — *arcticus* s.  
   — *castaneus* s.  
   — *biglumis* a.  
   — *triglumis* a.  
   — *trifidus* a.  
*Luzula parviflora* s.  
   — *Wahlenbergii* s.  
   — *hyperborea* a.
- Luzula arcuata* s.  
   — *arctica* s. r.  
   — *spicata* a.  
*Tofieldia borealis* a.  
*Allium sibiricum* l. s. n.  
*Platanthera obtusata* s. n. r.  
*Peristylis viridis* a.  
   — *albidus* a.  
*Chamaeorchis alpina* a.  
 ? *Sparganium hyperboreum* a.  
*Betula nana* a.  
*Salix hastata* a.  
   — *myrtilloides* s. n. r.  
   — *lanata* a.  
   — *arbuscula* s.  
   — *myrsinites* s.  
   — *reticulata* s.  
   — *herbacea* a.  
   — *polaris* s.  
*Oxyria digyna* a.  
*Koenigia islandica* s.  
*Polygonum viviparum* v.  
*Plantago borealis* l. n.  
*Armeria sibirica* s. n. r.  
*Petasites frigida* a.  
*Erigeron elongatus* s.  
   — *alpinus* a.  
   — *uniflorus* a.  
*Artemisia norvegica* s. r.  
*Gnaphalium supinum* a.  
*Antennaria carpathica* s. n. r.  
   — *alpina* a.  
*Arnica alpina* s. n. r.  
*Taraxacum officinale* v.  
*Hieracium alpinum* a.  
*Campanula uniflora* s. r.  
*Gentiana serrata* l. n.  
   — *involutrata* l. s. n.  
   — *nivalis* a.  
   — *tenella* s.  
   — *Amarella* v. s.  
*Thymus Serpyllum* v. r.  
*Stenhammaria maritima* l.  
*Polemonium pulchellum* s. n. r.  
*Veronica alpina* a.  
   — *saxatilis* s.  
*Pedicularis lapponica* a.  
   — *flammea* s. n. r.  
   — *Oederi* s.
- Pedicularis hirsuta* s. n. r.  
*Pinguicula alpina* s.  
   — *villosa* a. r.  
*Primula scotica* s.  
   — *stricta* s.  
   — *sibirica* l. n.  
*Androsace septentrionalis* v. s.  
*Phyllocladon caerulea* a.  
*Andromeda hypnoides* a.  
   — *tetragona* s. n. r.  
*Arctostaphylos alpina* a.  
   — *officinalis* v.  
*Azalea procumbens* a.  
*Rhododendron lapponicum* s. r.  
*Vaccinium vitis idaea* v.  
*Diapensia lapponica* s.  
*Haloscias scoticum* l.  
*Sedum Rhodiola* a.  
   — *villosum* s.  
*Saxifraga Cotyledon* v.  
   — *Aizoon* s. n. r.  
   — *stellaris*  $\alpha$  a.  
   —  $\beta$  *comosa* s.  
   — *hieraciifolia* s. r.  
   — *nivalis* a.  
   — *oppositifolia* a.  
   — *Hirculus* s. n. r.  
   — *aizoides* a.  
   — *cernua* a.  
   — *rivularis* a.  
   — *caespitosa* a.  
   — *ascendens* v.  
*Chrysosplenium tetrandrum* s. n. r.  
*Thalictrum alpinum* s.  
*Pulsatilla vernalis* v. s.  
 ? *Batrachium confervoides* v.  
*Ranunculus glacialis* a.  
   — *lapponicus* s. n. r.  
   — *hyperboreus* s.  
   — *pygmaeus* a.  
   — *nivalis* s.  
   — *altaicus* s. n. r.  
*Papaver nudicaule* s. r.  
*Arabis alpina* a.  
   — *petraea* s.  
*Cardamine pratensis* v.  
   — *bellidifolia* a.  
*Draba incana* v.

- Draba hirta* a.  
 — *Wahlenbergii* s.  
 — *crassifolia* s. n. r.  
 — *nivalis* s. r.  
 — *alpina* s. r.  
*Cochlearia anglica* l.  
 — *officinalis* l.  
*Braya alpina* s. n. r.  
*Parnassia palustris* v.  
*Sagina nodosa* l.  
 — *nivalis* s. r.  
 — *saxatilis* a.  
*Alsine biflora* a.  
 — *hirta* s.  
 — *stricta* s.
- Halianthus peploides* l.  
*Arenaria ciliata* s. r.  
*Stellaria crassifolia* l. s.  
 — *humifusa* l. n.  
 — *longipes* s. n. r.  
*Cerastium alpinum* a.  
 — *arcticum Lange* s. r.  
 — *trigynum* a.  
 ? *Silene maritima* l.  
 — *acaulis* a.  
*Wahlbergella apetala* s.  
 — *affinis* s. n. r.  
*Viscaria alpina* a.  
*Empetrum nigrum* v.  
*Epilobium alpinum* a.
- Epilobium lineare* v. s.  
*Rubus arcticus* s.  
*Potentilla nivea* s.  
 — *maculata* v. s.  
*Sibbaldia procumbens* a.  
*Alchemilla alpina* a.  
*Dryas octopetala* s.  
*Phaca frigida* s.  
*Oxytropis lapponica* s.  
 — *campestris*  $\beta$  *sordida* s. n. r.  
*Astragalus alpinus* a.  
 — *oroboides* s.  
*Lathyrus maritimus* l.

### Subarktische Arten.

a. subalpine Arten, die im südlichen Tieflande fast oder ganz fehlen. r = selten.  
 c = fehlt beinahe oder ganz an den feuchtesten Meeresküsten im Stifte Bergen.

- Equisetum arvense*.  
 — *pratense* c.  
 — *silvaticum*.  
 — *palustre*.  
 — *fluviatile*  $\beta$  *limosum*.  
 — *hiemale* c.  
*Polypodium Phegopteris*.  
 — *rhaeticum* a.  
 — *Dryopteris*.  
*Struthiopteris germanica* c.  
*Aspidium Lonchitis* c.  
*Polystichum Filix mas*.  
 — *spinulosum*.  
*Cystopteris montana* c. a.  
*Asplenium Filix femina*.  
*Allosorus crispus* a.  
*Botrychium Lunaria*.  
*Lycopodium annotinum*.  
 — *complanatum* c.  
 — *clavatum*.  
*Selaginella spinulosa* a.  
*Alopecurus geniculatus*.  
 — *fulvus* c.  
*Phleum alpinum* a.  
*Phalaris arundinacea*.  
*Hierochloa borealis* c.  
*Anthoxanthum odoratum*.  
*Milium effusum*.  
*Agrostis vulgaris*.  
 — *alba*.  
 — *canina*.  
 ? *Calamagrostis stricta* c.
- Calamagrostis Pseudophragmites*.  
*Aira flexuosa*.  
 — *caespitosa*.  
*Festuca rubra*.  
*Poa annua*.  
 ? — *alpina*.  
 — *trivialis*.  
 — *nemoralis*.  
 — *pratensis*.  
*Melica nutans*.  
*Molinia coerulea*.  
*Nardus stricta*.  
*Carex dioica*.  
 — *pauciflora*.  
 — *chordorrhiza* c.  
 — *microstachya* c.  
 — *stellulata*.  
 — *Personii* a.  
 — *canescens*.  
 — *loliacea* c.  
 — *heleonastes* c.  
 — *Buxbaumii* c.  
 — *vulgaris et varr.*  
 — *aquatilis* c.  
 — *globularis* c.  
 — *flava*.  
 — *vaginata*.  
 — *panicea*.  
 — *livida* c.  
 — *pallescens*.  
 — *limosa*.
- Carex irrigua*.  
 — *laxa* r. c.  
 — *filiformis*.  
 — *vesicaria*.  
 — *ampullacea*.  
*Scirpus pauciflorus* c.  
 — *caespitosus*.  
*Heleocharis palustris*.  
 — *uniglumis*.  
*Eriophorum alpinum* c.  
 — *vaginatum*.  
 — *callithrix* c. r.  
 — *angustifolium*.  
 — *latifolium* c.  
*Triglochin maritimum*.  
 — *palustre*.  
*Juncus filiformis*.  
 — *stygius* c. r.  
 — *alpinus*.  
 — *compressus*.  
 — *bufonius*.  
*Luzula pilosa*.  
 — *campestris*.  
*Paris quadrifolia*.  
*Convallaria verticillata*.  
*Majanthemum bifolium*.  
*Corallorrhiza innata*.  
*Orchis maculata*.  
*Gymnadenia conopsea* c.  
*Listera cordata*.  
*Goodyera repens*.  
*Potamogeton rufescens*.

- Potamogeton gramineus.*  
 — *perfoliatus.*  
 — *pusillus.*  
 — *marinus.*  
*Zostera marina.*  
*Sparganium affine.*  
*Juniperus communis.*  
*Pinus silvestris.*  
*Callitriche verna.*  
*Betula odorata.*  
*Alnus incana c.*  
*Urtica dioica.*  
*Salix pentandra c.*  
 — *caprea.*  
 — *aurita.*  
 — *depressa c.*  
 — *phylicifolia c. a.*  
 — *nigricans.*  
 — *glauca a.*  
 — *Lapponum a.*  
*Populus tremula.*  
*Atriplex hastata.*  
 — *patula c.*  
*Polygonum aviculare.*  
*Rumex Acetosa.*  
 — *Acetosella.*  
*Plantago maritima.*  
*Valeriana sambucifolia.*  
*Tussilago Farfara.*  
*Aster Tripolium.*  
*Solidago Virga aurea.*  
*Achillea Millefolium.*  
*Gnaphalium norvegicum a.*  
*Antennaria dioica.*  
*Cirsium heterophyllum.*  
*Saussurea alpina a.*  
*Leontodon autumnalis.*  
*Aracium paludosum.*  
*Mulgedium alpinum a.*  
*Hieracium murorum.*  
 — *nigrescens a.*  
 — *dovrense a.*  
 — *prenanthoides a.*  
 — *crocatum a.*  
*Campanula latifolia.*  
 — *rotundifolia.*  
*Galium boreale c.*
- Galium trifidum c.*  
 — *palustre.*  
 — *uliginosum.*  
*Linnaea borealis.*  
*Menyanthes trifoliata.*  
*Galeopsis Tetrahit.*  
*Ajuga pyramidalis.*  
*Myosotis arvensis.*  
 — *silvatica a.*  
*Polemonium caeruleum c.*  
*Limosella aquatica.*  
*Veronica longifolia c.*  
 — *serpyllifolia.*  
 — *scutellata c.*  
 — *officinalis.*  
*Euphrasia officinalis.*  
*Bartsia alpina a.*  
*Pedicularis palustris.*  
*Sceptrum Carolinum c. a.*  
*Rhinanthus minor.*  
*Melampyrum pratense.*  
 — *silvaticum.*  
*Utricularia minor.*  
*Pinguicula vulgaris.*  
*Glaux maritima.*  
*Trientalis europaea.*  
*Andromeda polifolia.*  
*Calluna vulgaris.*  
*Myrtillus nigra.*  
 — *uliginosa.*  
*Ledum palustre c. r.*  
*Oxycoccus palustris.*  
*Pyrola rotundifolia c.*  
 — *minor.*  
 — *secunda.*  
*Archangelica littoralis.*  
 — *officinalis c. a.*  
*Angelica silvestris.*  
*Cerefolium silvestre.*  
*Cornus suecica.*  
*Sedum annum.*  
*Ribes rubrum.*  
*Ranunculus aconitifolius a.*  
 — *reptans.*  
 — *repens.*  
 — *acris.*  
 — *auricomus.*
- Caltha palustris.*  
*Trollius europaeus c.*  
*Aconitum septentrionale c.*  
*Nasturtium palustre.*  
*Barbarea stricta.*  
*Cakile maritima.*  
*Subularia aquatica.*  
*Nuphar pumilum.*  
*Drosera rotundifolia.*  
 — *longifolia.*  
*Viola palustris.*  
 — *epipsila.*  
 — *biflora c. a.*  
 — *canina.*  
*Montia fontana.*  
*Lepigonum caninum.*  
*Sagina procumbens.*  
*Stellaria nemorum.*  
 — *media.*  
 — *Friesiana c.*  
 — *borealis c. a.*  
*Cerastium vulgatum.*  
*Silene rupestris.*  
*Melandrium silvestre.*  
*Geranium silvaticum.*  
*Epilobium angustifolium.*  
 — *origanifolium c. a.*  
 — *palustre.*  
*Myriophyllum alterniflorum.*  
*Hippuris vulgaris.*  
*Comarum palustre.*  
*Sorbus Aucuparia.*  
*Rubus idaeus.*  
 — *saxatilis.*  
 — *Chamaemorus.*  
*Potentilla anserina.*  
 — *Tormentilla.*  
*Geum rivale.*  
*Alchemilla vulgaris.*  
*Spiraea Ulmaria.*  
*Prunus Padus.*  
*Trifolium repens.*  
*Lotus corniculatus.*  
*Vicia Cracca.*

**Boreale Arten.**

r = mehr oder weniger selten. l = littoral.

- Pteris aquilina.*  
*Polypodium vulgare.*  
   — *Robertianum.*  
*Woodsia ilvensis.*  
*Aspidium aculeatum r.*  
*Asplenium Trichomanes.*  
   — *septentrionale.*  
   — *ruta muraria.*  
*Phleum pratense.*  
*Calamagrostis arundinacea.*  
   — *Epigeios.*  
*Avena elatior l.*  
   — *pubescens.*  
   — *pratensis.*  
*Poa compressa.*  
*Briza media.*  
*Dactylis glomerata.*  
*Festuca duriuscula.*  
   — *elatior.*  
   — *silvatica r.*  
   — *gigantea r.*  
*Schedonorus Benekeni r.*  
   — *tectorum r.*  
*Brachypodium silvaticum r.*  
   — *pinnatum r.*  
*Triticum caninum.*  
   — *repens.*  
*Carex muricata.*  
   — *remota r.*  
   — *leporina.*  
 ? — *ericetorum.*  
   — *silvatica r.*  
   — *ornithopoda.*  
   — *digitata.*  
   — *pediformis r.*  
*Allium oleraceum.*  
   — *arenarium.*  
*Convallaria Polygonatum.*  
   — *majalis.*  
*Ophrys myodes r.*  
*Neottia nidus avis r.*  
*Listera ovata.*  
*Epipactis latifolia.*  
*Cypripedium Calceolus r.*  
 ? *Abies excelsa.*  
*Betula verrucosa.*  
*Quercus pedunculata.*
- Corylus Avellana.*  
*Ulmus montana.*  
*Humulus Lupulus.*  
*Salix amygdalina r.*  
   — *daphnoides r.*  
*Atriplex littoralis.*  
*Polygonum dumetorum r.*  
*Rumex maritimus r. l.*  
   — *crispus l.*  
*Daphne Mezereum.*  
*Hippophaë rhamnoides r.*  
*Plantago media.*  
*Armeria maritima l.*  
*Knautia arvensis.*  
*Erigeron acris.*  
*Tanacetum vulgare.*  
*Leucanthemum vulgare.*  
*Artemisia vulgaris.*  
*Gnaphalium silvaticum.*  
*Filago montana.*  
*Senecio vulgaris.*  
*Centaurea Jacea.*  
   — *Scabiosa.*  
*Cirsium arvense.*  
*Lappa minor.*  
*Lapsana communis.*  
*Lactuca muralis.*  
*Taraxacum erythrospermum.*  
*Crepis tectorum.*  
*Hieracium Pilosella.*  
   — *Auricula.*  
   — *Schmidtii etc.*  
*Campanula Cervicaria.*  
   — *persicifolia.*  
*Galium verum.*  
   — *Aparine.*  
*Asperula odorata.*  
*Lonicera Xylosteum.*  
*Viburnum Opulus.*  
*Fraxinus excelsior.*  
*Gentiana campestris.*  
*Origanum vulgare.*  
*Calamintha Acinos.*  
*Clinopodium vulgare.*  
*Dracocephalum Ruyschianum r.*
- Glechoma hederaceum.*  
*Galeopsis Ladanum.*  
*Stachys silvatica.*  
*Lithospermum officinale r.*  
*Myosotis hispida.*  
   — *stricta.*  
*Echinosperrum Lappula.*  
   — *deflexum r.*  
*Calystegia sepium.*  
*Cuscuta europæa.*  
*Solanum Dulcamara.*  
*Verbascum Thapsus.*  
   — *nigrum.*  
*Scrophularia nodosa.*  
*Linaria vulgaris.*  
*Rhinanthus major.*  
*Veronica Chamaedrys.*  
   — *arvensis.*  
   — *verna.*  
*Primula veris.*  
*Lysimachia vulgaris.*  
*Pyrola chlorantha.*  
   — *uniflora.*  
*Monotropa Hypopithys r.*  
*Pimpinella Saxifraga.*  
*Heracleum sibiricum.*  
*Torilis Anthriscus.*  
*Adoxa moschatellina?*  
*Sedum Telephium.*  
   — *acre.*  
   — *album.*  
   — *rupestre r.*  
*Ribes alpinum r.*  
*Saxifraga tridactylites.*  
*Thalictrum simplex.*  
   — *flavum.*  
*Hepatica triloba.*  
*Anemone ranunculoides r.*  
*Ranunculus polyanthemos.*  
*Actaea spicata.*  
*Chelidonium majus.*  
*Turritis glabra.*  
*Arabis hirsuta.*  
   — *Thaliana.*  
*Dentaria bulbifera.*  
*Draba verna.*  
*Alliaria officinalis r.*

<i>Viola mirabilis.</i>	<i>Geranium pratense.</i>	<i>Potentilla norvegica.</i>
— <i>collina.</i>	— <i>Robertianum.</i>	<i>Agrimonia Eupatoria.</i>
— <i>silvatica.</i>	— <i>lucidum r.</i>	<i>Geum urbanum.</i>
— <i>tricolor.</i>	— <i>pusillum.</i>	<i>Prunus axium r.</i>
<i>Scleranthus annuus.</i>	<i>Linum catharticum.</i>	<i>Ononis hircina.</i>
— <i>perennis.</i>	<i>Impatiens Noli-tangere.</i>	<i>Anthyllis Vulneraria.</i>
<i>Arenaria trinervia.</i>	<i>Epilobium montanum et β</i>	<i>Trifolium agrarium.</i>
— <i>serpyllifolia.</i>	— <i>collinum.</i>	— <i>arvense.</i>
<i>Cerastium semidecandrum.</i>	<i>Circaea alpina.</i>	— <i>medium.</i>
<i>Dianthus deltoides.</i>	<i>Pyrus Malus.</i>	— <i>pratense.</i>
<i>Viscaria vulgaris.</i>	<i>Cotoneaster vulgaris.</i>	<i>Astragalus glycyphylus.</i>
<i>Myricaria germanica r.</i>	<i>Sorbus Aria.</i>	<i>Ervum hirsutum.</i>
<i>Tilia parvifolia.</i>	— <i>hybrida.</i>	— <i>tetraspernum.</i>
<i>Hypericum montanum r.</i>	<i>Crataegus monogyna.</i>	<i>Vicia pisiformis r.</i>
— <i>hirsutum r.</i>	<i>Rosa canina et β dumetorum.</i>	— <i>silvatica.</i>
— <i>quadrangulum.</i>	— <i>mollissima.</i>	— <i>sepium.</i>
— <i>perforatum.</i>	— <i>cinnamomea.</i>	<i>Lathyrus silvestris r.</i>
<i>Acer platanoides.</i>	<i>Rubus caesius r.</i>	— <i>pratensis.</i>
<i>Polygala vulgaris.</i>	<i>Fragaria vesca.</i>	<i>Orobus vernus.</i>
— <i>amara.</i>	<i>Potentilla argentea.</i>	— <i>tuberosus.</i>
<i>Rhamnus Frangula.</i>		— <i>niger.</i>

### Atlantische Arten.

s = sehr selten. v = sehr häufig.

<i>Aspidium angulare.</i>	<i>Allium ursinum.</i>	<i>Mentha aquatica r.</i>
<i>Polystichum Oreopteris.</i>	<i>Platanthera montana.</i>	<i>Digitalis purpurea.</i>
<i>Asplenium Adiantum nigrum.</i>	<i>Potamogeton polygonifolius.</i>	<i>Euphrasia gracilis.</i>
— <i>marinum r.</i>	<i>Taxus baccata.</i>	<i>Pedicularis silvatica.</i>
<i>Scolopendrium vulgare r.</i>	<i>Callitriche stagnalis.</i>	<i>Primula vulgaris.</i>
<i>Blechnum boreale v.</i>	<i>Myrica Gale v.</i>	<i>Lysimachia nemorum.</i>
<i>Hymenophyllum Wilsoni.</i>	<i>Alnus glutinosa v.</i>	<i>Erica cinerea.</i>
<i>Pitularia globulifera r.</i>	<i>Quercus sessiliflora.</i>	— <i>Tetralix v.</i>
<i>Lycopodium inudatum.</i>	<i>Salix repens v.</i>	<i>Hydrocotyle vulgaris r.</i>
<i>Holcus lanatus.</i>	<i>Rumex obtusifolius.</i>	<i>Sanicula europaea.</i>
— <i>mollis.</i>	<i>Plantago lanceolata v.</i>	<i>Conopodium denudatum.</i>
<i>Airopsis praecox.</i>	<i>Succisa pratensis v.</i>	<i>Meum athamanticum r.</i>
<i>Triodia procumbens v.</i>	<i>Bellis perennis.</i>	<i>Heracleum australe.</i>
<i>Glyceria procumbens r.</i>	<i>Arnica montana.</i>	<i>Hedera Helix.</i>
<i>Lolium perenne v.</i>	<i>Senecio Jacobaea.</i>	<i>Sedum anglicum.</i>
<i>Carex pulicaris.</i>	— <i>aquaticus.</i>	<i>Chrysosplenium oppositifolium.</i>
— <i>pilulifera v.</i>	— <i>silvaticus.</i>	<i>Ranunculus Flammula v.</i>
— <i>binervis.</i>	<i>Centaurea decipiens.</i>	<i>Nasturtium silvestre.</i>
<i>Rhynchospora alba.</i>	— <i>nigra.</i>	<i>Cardamine hirsuta.</i>
— <i>fusca.</i>	— <i>phrygia r.</i>	<i>Teesdalia nudicaulis.</i>
<i>Isolepis setacea r.</i>	<i>Hypochaeris radicata.</i>	<i>Drosera intermedia.</i>
<i>Juncus conglomeratus v.</i>	<i>Leontodon hispidus r.</i>	<i>Sagina subulata.</i>
— <i>equarrosus v.</i>	<i>Hieracium pulchellum etc.</i>	<i>Stellaria holostea r.</i>
<i>Luzula maxima.</i>	<i>Lobelia Dortmanna.</i>	<i>Cerastium tetrandrum r.</i>
<i>Narthecium ossifragum v.</i>	<i>Galium saxatile.</i>	<i>Lychnis Flos cuculi v.</i>
<i>Scilla verna r.</i>	<i>Lonicera Periclymenum.</i>	<i>Hypericum pulchrum.</i>

*Polygala depressa.*  
*Ilex Aquifolium.*  
*Geranium molle.*  
 — *columbinum.*

*Circaea lutetiana.*  
 — *intermedia.*  
*Rosa pimpinellifolia* r.  
 — *involuta* r.

*Rubus suberectus* v.  
*Sanguisorba officinalis.*  
*Vicia Orobus.*

### Subboreale Arten.

r = sehr selten.

*Shedonorus erectus* r.  
*Phleum phalaroides.*  
 — *arenarium* r.  
*Setaria viridis.*  
*Melica uniflora.*  
*Festuca litorea.*  
*Ammophila arenaria.*  
 — *baltica* r.  
*Triticum acutum* r.  
 — *juncæum.*  
*Carex præcox.*  
 — *hirta.*  
 — *arenaria.*  
*Juncus atricapillus.*  
*Allium Scorodoprasum* r.  
*Convallaria multiflora.*  
*Ulmus campestris.*  
*Salsola Kali.*  
*Statice bahusiensis.*  
*Eupatorium cannabinum.*  
*Serratula tinctoria* r.  
*Inula salicina.*  
*Anthemis tinctoria.*  
*Artemisia Absinthium.*  
 — *campestris.*  
*Filago minima.*  
*Carlina vulgaris.*  
*Cirsium acaule* r.  
*Carduus acanthoides* r.

*Hieracium onosmoides* etc.  
*Jasione montana* ?  
*Campanula Trachelium.*  
*Galium silvestre.*  
 — *elatum.*  
*Ligustrum vulgare.*  
*Thymus Chamaedrys.*  
*Echium vulgare.*  
*Myosotis versicolor* r.  
*Cynoglossum officinale.*  
*Convulvulus arvensis.*  
*Solanum nigrum.*  
*Linaria minor.*  
*Veronica spicata.*  
*Melampyrum cristatum.*  
*Anagallis arvensis.*  
*Chimophila umbellata* r.  
*Eryngium maritimum.*  
*Libanotis montana.*  
*Laserpitium latifolium.*  
*Selinum Carvifolia.*  
*Cornus sanguinea.*  
*Viscum album.*  
*Sempervivum tectorum.*  
*Saxifraga granulata.*  
*Pulsatilla pratensis.*  
*Thalictrum minus.*  
*Ranunculus bulbosus* r.

*Glaucium luteum.*  
*Draba muralis* r.  
*Crambe maritima* r.  
*Hutchinsia petraea* r.  
*Cochlearia danica.*  
*Silene nutans.*  
*Rhamnus catharticus.*  
*Euphorbia palustris.*  
*Mercurialis perennis.*  
*Geranium sanguineum.*  
*Sorbus scandica* r.  
*Cotoneaster melanocarpa.*  
*Fragaria collina.*  
*Rosa rubiginosa.*  
*Rubus thyrsoides.*  
 — *corylifolius.*  
 — *Radula* etc.  
*Agrimonia odorata.*  
*Spiraea Filipendula.*  
*Prunus spinosa.*  
*Medicago lupulina.*  
*Melilotus officinalis.*  
*Ononis campestris.*  
 — *spinosa.*  
*Trifolium montanum* r.  
*Vicia cassubica* r.  
 — *lathyroides* r.  
*Coronilla Emerus* r.

### Subatlantische Arten.

r = sehr selten.

*Carex caespitosa.*  
 — *paludosa.*  
 — *riparia* r.  
 — *Pseudocyperus* r.  
*Blasmus compressus* r.  
*Chaetospora nigricans* r.  
*Cladium Mariscus* r.  
*Scirpus glaucus.*  
 — *parvulus* r.  
*Luzula albida* r.  
*Typha latifolia.*  
 — *angustifolia.*  
*Ceratophyllum demersum.*

*Petasites alba* r.  
*Bidens cernua.*  
*Pulicaria dysenterica* r.  
*Scorzonera humilis.*  
*Erythraea litoralis.*  
 — *pulchella.*  
*Gentiana Pneumonanthe.*  
*Teucrium Scorodonia* r.  
*Ajuga reptans* r.  
*Odontites rubra.*  
*Berula angustifolia* r.  
*Corydalis claviculata* r.  
*Lepigonum rubrum.*

*Spergula vernalis.*  
*Elatine hexandra* r.  
 — *triandra.*  
 — *Hydropiper* r.  
*Radiola linoides.*  
*Epilobium tetragonum* r.  
 — *parviflorum* r.  
*Peplis Portula.*  
*Trifolium fragiferum.*  
 — *procumbens* ?  
 — *minus* ?  
*Sarothamnus scoparius* r.