
This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

<https://books.google.com>





Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

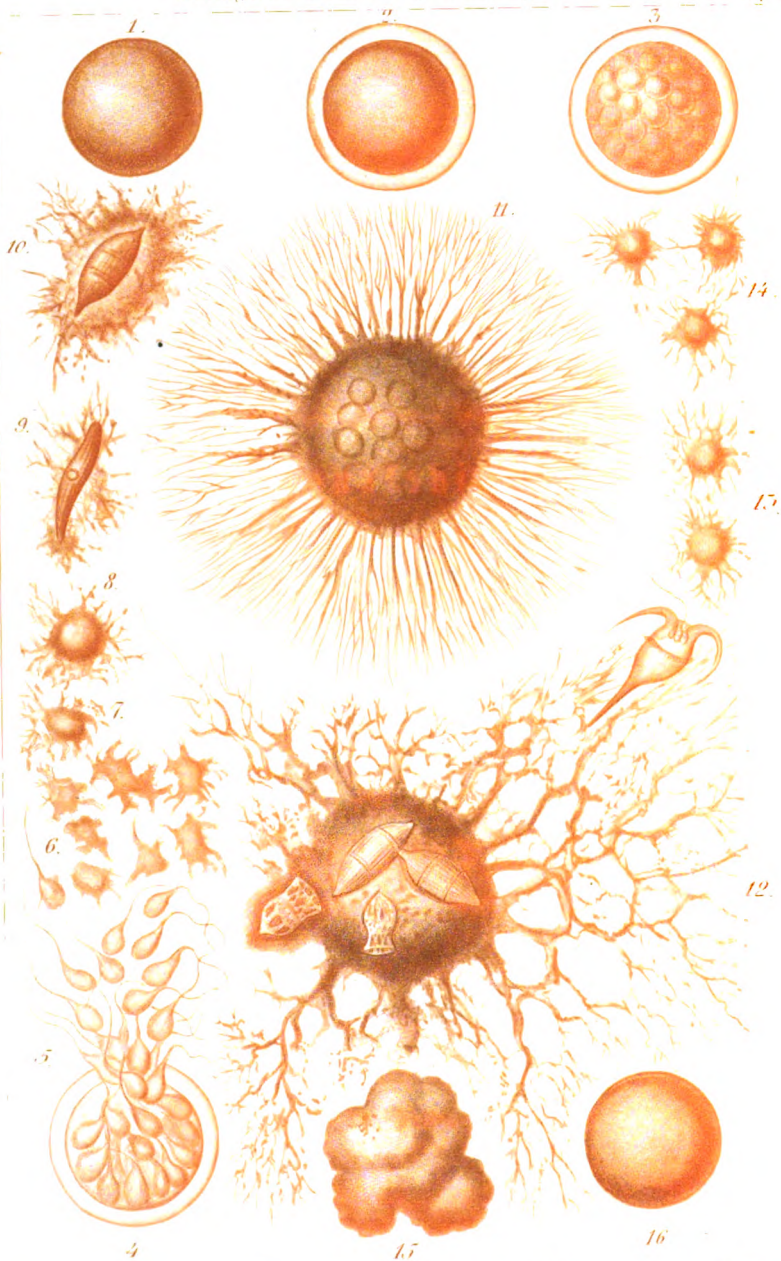


3 3433 01080910 5



QAS
Haeckel

NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX
TILDEN FOUNDATION



E. Baer del.

W. v. S. sculp.

Protomyxa aurantiaca.

Leute
ser. ed.

3/2/27 20

Natürliche
Schöpfungsgeschichte.

Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die

Entwickelungslehre

im Allgemeinen und diejenige von

Darwin, Goethe und Lamarck

im Besonderen.

Von

Dr. Ernst Haeckel

Professor an der Universität Jena.

Dritte verbesserte Auflage.

Mit 15 Tafeln, 19 Holzschnitten, 18 Stammbäumen und
19 systematischen Tabellen.

Berlin, 1872.

Verlag von Georg Reimer.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
298164A
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R 1927 L

Das Uebersetzungsrecht wird vorbehalten.

Allgemeines Inhaltsverzeichnis.

Erster Abschnitt: Historischer Theil.

I.—VI. Vortrag.

Geschichte der Entwicklungslehre.

	Seite
I. Vortrag. Inhalt und Bedeutung der Abstammungslehre oder Descendenztheorie	1
II. Vortrag. Wissenschaftliche Berechtigung der Descendenztheorie. Schöpfungsgeschichte nach Linné	22
III. Vortrag. Schöpfungsgeschichte nach Cuvier und Agassiz	43
IV. Vortrag. Entwicklungstheorie von Goethe und Oken	65
V. Vortrag. Entwicklungstheorie von Kant und Lamarck	89
VI. Vortrag. Entwicklungstheorie von Lyell und Darwin	111

Zweiter Abschnitt: Darwinistischer Theil.

(VII.—XI. Vortrag.)

Der Darwinismus oder die Selectionstheorie.

VII. Vortrag. Die Züchtungslehre oder Selectionstheorie. (Der Darwinismus.)	133
VIII. Vortrag. Zerberbung und Fortpflanzung	167
IX. Vortrag. Zerberbungsgesetze. Anpassung und Ernährung	182
X. Vortrag. Anpassungsgesetze	203
XI. Vortrag. Die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Dasein. Arbeitstheilung und Fortschritt	225

Dritter Abschnitt: Kosmogenetischer Theil.

(XII—XV. Vortrag.)

Grundzüge und Grundgesetze der Entwicklungslehre.

	Seite
XII. Vortrag. Entwicklungsgesetze der organischen Stämme und Individuen. Phylogenie und Ontogenie	250
XIII. Vortrag. Entwicklungstheorie des Weltalls und der Erde. Urzeugung. Kohlenstofftheorie. Plastidentheorie	281
XIV. Vortrag. Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde	311
XV. Vortrag. Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden	333

Vierter Abschnitt: Phylogenetischer Theil.

(XVI—XXI. Vortrag.)

Die Phylogenie oder Stammesgeschichte der Organismen.

XVI. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Protistereichs	364
XVII. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Pflanzenreichs	400
XVIII. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.	
I. Pflanzenthierie und Würmthiere	435
XIX. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.	
II. Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere	468
XX. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.	
III. Wirbelthiere	502
XXI. Vortrag. Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.	
IV. Säugethiere	536

Fünfter Abschnitt: Anthropogenetischer Theil.

(XXII—XXIV. Vortrag.)

Die Anwendung der Entwicklungslehre auf den Menschen.

XXII. Vortrag. Ursprung und Stammbaum des Menschen	564
XXIII. Vortrag. Wanderung und Verbreitung des Menschengeschlechts. Menschenarten und Menschenrassen	593
XXIV. Vortrag. Einwände gegen und Beweise für die Wahrheit der Descendenztheorie	627

Besonderes Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort zur ersten Auflage	XVII
Vorwort zur zweiten Auflage	XXI
Vorwort zur dritten Auflage	XXXI
Die Natur (Goethe, 1780)	XLV

Erster Vortrag.

Inhalt und Bedeutung der Abstammungslehre oder Descendenztheorie	1
---	---

Allgemeine Bedeutung und wesentlicher Inhalt der von Darwin reformirten Abstammungslehre oder Descendenztheorie. Besondere Bedeutung derselben für die Biologie (Zoologie und Botanik). Besondere Bedeutung derselben für die natürliche Entwicklungsgeschichte des Menschengeschlechts. Die Abstammungslehre als natürliche Schöpfungsgeschichte. Begriff der Schöpfung. Wissen und Glauben. Schöpfungsgeschichte und Entwicklungsgeschichte. Zusammenhang der individuellen und paläontologischen Entwicklungsgeschichte. Unzweckmäßigkeitstheorie oder Wissenschaft von den rudimentären Organen. Unnütze und überflüssige Einrichtungen im Organismus. Gegensatz der beiden grundverschiedenen Weltanschauungen, der monistischen (mechanischen, causalen) und der dualistischen (teleologischen, vitalen). Begründung der ersteren durch die Abstammungslehre. Einheit der organischen und anorganischen Natur, und Gleichheit der wirkenden Ursachen in Beiden. Bedeutung der Abstammungslehre für die einheitliche (monistische) Auffassung der ganzen Natur.

Zweiter Vortrag.

Wissenschaftliche Berechtigung der Descendenztheorie.	
Schöpfungsgeschichte nach Cuvier	22
Die Abstammungslehre oder Descendenztheorie als die einheitliche Erklärung	

rung der organischen Naturerscheinungen durch natürlich wirkende Ursachen. Vergleichung derselben mit Newtons Gravitationstheorie. Grenzen der wissenschaftlichen Erklärung und der menschlichen Erkenntniß überhaupt. Alle Erkenntniß ursprünglich durch sinnliche Erfahrung bedingt, aposteriori. Uebergang der aposteriorischen Erkenntnisse durch Vererbung in apriorische Erkenntnisse. Gegensatz der übernatürlichen Schöpfungshypothesen von Linné, Cuvier, Agassiz, und der natürlichen Entwicklungstheorien von Lamarck, Goethe, Darwin. Zusammenhang der ersteren mit der monistischen (mechanischen), der letzteren mit der dualistischen (teleologischen) Weltanschauung. Monismus und Materialismus. Wissenschaftlicher und sittlicher Materialismus. Schöpfungsgeschichte des Moses. Linné als Begründer der systematischen Naturbeschreibung und Artunterscheidung. Linné's Classification und binäre Nomenclatur. Bedeutung des Speciesbegriffs bei Linné. Seine Schöpfungsgeschichte. Linné's Ansicht von der Entstehung der Arten.

Dritter Vortrag.

Schöpfungsgeschichte nach Cuvier und Agassiz 43

Allgemeine theoretische Bedeutung des Speciesbegriffs. Unterschied in der theoretischen und praktischen Bestimmung des Artbegriffs. Cuvier's Definition der Species. Cuvier's Verdienste als Begründer der vergleichenden Anatomie. Unterscheidung der vier Hauptformen (Typen oder Zweige) des Thierreichs durch Cuvier und Bär. Cuvier's Verdienste um die Paläontologie. Seine Hypothese von den Revolutionen des Erdballs und den durch dieselben getrennten Schöpfungsperioden. Unbekannte, übernatürliche Ursachen dieser Revolutionen und der darauf folgenden Neuschöpfungen. Teleologisches Natursystem von Agassiz. Seine Vorstellungen vom Schöpfungsplane und dessen sechs Kategorien (Gruppenstufen des Systems). Agassiz' Ansichten von der Erschaffung der Species. Grobe Vermenschlichung (Anthropomorphismus) des Schöpfers in der Schöpfungshypothese von Agassiz. Innere Unhaltbarkeit derselben und Widersprüche mit den von Agassiz entdeckten wichtigen paläontologischen Gesetzen.

Vierter Vortrag.

Entwicklungstheorie von Goethe und Owen 65

Wissenschaftliche Unzulänglichkeit aller Vorstellungen von einer Schöpfung der einzelnen Arten. Nothwendigkeit der entgegengesetzten Entwicklungstheo-

rien. Geschichtlicher Ueberblick über die wichtigsten Entwicklungstheorien. Aristoteles. Seine Lehre von der Urzeugung. Die Bedeutung der Naturphilosophie. Goethe. Seine Verdienste als Naturforscher. Seine Metamorphose der Pflanzen. Seine Wirbeltheorie des Schädels. Seine Entdeckung des Zwischenkiefers beim Menschen. Goethe's Theilnahme an dem Streite zwischen Cuvier und Geoffroy S. Hilaire. Goethe's Entdeckung der beiden organischen Bildungstriebe, des konservativen Specifilationstriebes (der Vererbung) und des progressiven Umbildungstriebes (der Anpassung). Goethe's Ansicht von der gemeinsamen Abstammung aller Wirbeltiere mit Inbegriff des Menschen. Entwicklungstheorie von Gottfried Reinhold Treviranus. Seine monistische Naturauffassung. Oken. Seine Naturphilosophie. Oken's Vorstellung vom Urschleim (Protoplasmatheorie). Oken's Vorstellung von den Infusorien (Zellentheorie). Oken's Entwicklungstheorie.

Fünfter Vortrag.

Entwicklungstheorie von Kant und Lamarck 89

Kant's dualistische Biologie. Seine Ansicht von der Entstehung der Organe durch mechanische, der Organismen durch zweckthätige Ursachen. Widerspruch dieser Ansicht mit seiner Hinneigung zur Abstammungslehre. Kant's genealogische Entwicklungstheorie. Beschränkung derselben durch seine Zoologie. Vergleichung der genealogischen Biologie mit der vergleichenden Sprachforschung. Ansichten zu Gunsten der Descendenztheorie von Leopold Buch, Bär, Schleiden, Unger, Schaafhausen, Victor Carus, Büchner. Die französische Naturphilosophie. Lamarck's Philosophie zoologique. Lamarck's monistisches (mechanisches) Natursystem. Seine Ansichten von der Wechselwirkung der beiden organischen Bildungskräfte, der Vererbung und Anpassung. Lamarck's Ansicht von der Entwicklung des Menschengeschlechts aus affenartigen Säugethieren. Bertheidigung der Descendenztheorie durch Geoffroy S. Hilaire, Raubin und Lecoq. Die englische Naturphilosophie. Ansichten zu Gunsten der Descendenztheorie von Erasmus Darwin, Grant, Herbert Spencer, Huxley, Huxley. Doppeltes Verdienst von Charles Darwin.

Sechster Vortrag.

Entwicklungstheorie von Lyell und Darwin 111

Charles Lyell's Grundsätze der Geologie. Seine natürliche Entwicklungsgeschichte der Erde. Entstehung der größten Wirkungen durch Sum-

mirung der kleinsten Ursachen. Unbegrenzte Länge der geologischen Zeiträume. Lyell's Widerlegung der Cuvier'schen Schöpfungsgeschichte. Begründung des ununterbrochenen Zusammenhangs der geschichtlichen Entwicklung durch Lyell und Darwin. Biographische Notizen über Charles Darwin. Seine wissenschaftlichen Werke. Seine Korallenrifftheorie. Entwicklung der Selectionstheorie. Ein Brief von Darwin. Gleichzeitige Veröffentlichung der Selectionstheorie von Charles Darwin und Alfred Wallace. Darwin's Studium der Hausthiere und Culturpflanzen. Andreas Wagner's Ansicht von der besonderen Schöpfung der Culturorganismen für den Menschen. Der Baum des Erkenntnisses im Paradies. Vergleichung der wilden und der Culturorganismen. Darwin's Studium der Haustauben. Bedeutung der Taubenzucht. Gemeinsame Abstammung aller Tauberrassen.

Siebenter Vortrag.

Die Züchtungslehre oder Selectionstheorie. (Der Darwinismus) 133

Darwinismus (Selectionstheorie) und Lamarckismus (Descendenztheorie). Der Vorgang der künstlichen Züchtung: Auslese (Selection) der verschiedenen Einzelwesen zur Nachzucht. Die wirkenden Ursachen der Umbildung: Abänderung, mit der Ernährung zusammenhängend, und Vererbung, mit der Fortpflanzung zusammenhängend. Mechanische Natur dieser beiden physiologischen Functionen. Der Vorgang der natürlichen Züchtung: Auslese (Selection) durch den Kampf um's Dasein. Malthus' Bevölkerungstheorie. Mißverhältniß zwischen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der wirklichen (actuellen) Individuen jeder Organismenart. Allgemeiner Wettkampf um die Existenz, oder Mitbewerbung um die Erlangung der nothwendigen Lebensbedürfnisse. Umbildende und züchtende Kraft dieses Kampfes um's Dasein. Vergleichung der natürlichen und der künstlichen Züchtung. Zuchtwahl im Menschenleben. Militärische und medicinische Züchtung.

Achter Vortrag.

Vererbung und Fortpflanzung 157

Allgemeinheit der Erbllichkeit und der Vererbung. Auffallende besondere Aeußerungen derselben. Menschen mit vier, sechs oder sieben Fingern und Zehen. Stachelschweimmenschen. Vererbung von Krankheiten, namentlich von

Geisteskrankheiten. Erbsünde. Erbliche Monarchie. Erbadel. Erbliche Talente und Seeleneigenschaften. Materielle Ursachen der Vererbung. Zusammenhang der Vererbung mit der Fortpflanzung. Urzeugung und Fortpflanzung. Ungeschlechtliche oder monogene Fortpflanzung. Fortpflanzung durch Selbstheilung. Moneren und Amöben. Fortpflanzung durch Knospenbildung, durch Keimknospenbildung und durch Keimzellenbildung. Geschlechtliche oder amphigone Fortpflanzung. Zwitterbildung oder Hermaphroditismus. Geschlechtstrennung oder Gonochorismus. Jungfräuliche Zeugung oder Parthenogenese. Materielle Uebertragung der Eigenschaften beider Eltern auf das Kind bei der geschlechtlichen Fortpflanzung. Unterschied der Vererbung bei der geschlechtlichen und bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung.

Neunter Vortrag.

Vererbungs-gesetze. Anpassung und Ernährung . . . 189

Unterscheidung der erhaltenen und fortschreitenden Vererbung. Gesetze der erhaltenen oder conservativen Erblichkeit: Vererbung ererbter Charaktere. Ununterbrochene oder kontinuierliche Vererbung. Unterbrochene oder latente Vererbung. Generationswechsel. Rückschlag. Verwilderung. Geschlechtliche oder sexuelle Vererbung. Secundäre Sexualcharaktere. Gemischte oder amphigone Vererbung. Bastardzeugung. Abgekürzte oder vereinfachte Vererbung. Gesetze der fortschreitenden oder progressiven Erblichkeit: Vererbung erworbener Charaktere. Angepasste oder erworbene Vererbung. Befestigte oder constituirte Vererbung. Gleichzeitliche oder homochrome Vererbung. Gleichförmliche oder homotope Vererbung. Anpassung und Veränderlichkeit. Zusammenhang der Anpassung und der Ernährung. Unterscheidung der indirecten und directen Anpassung.

Behnter Vortrag.

Anpassungs-gesetze 203

Gesetze der indirecten oder potentiellen Anpassung. Individuelle Anpassung. Monströse oder sprungweise Anpassung. Geschlechtliche oder sexuelle Anpassung. Gesetze der directen oder actuellen Anpassung. Allgemeine oder universelle Anpassung. Gehäufte oder cumulative Anpassung. Gehäufte Einwirkung der äußeren Existenzbedingungen und gehäufte Gegenwirkung des Organismus. Der freie Wille. Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Übung und Gewohnheit. Wechselbezügliche oder correlative Anpassung. Wech-

selbeziehungen der Entwicklung. Correlation der Organe. Erklärung der indirecten oder potentiellen Anpassung durch die Correlation der Geschlechtsorgane und der übrigen Körperteile. Abweichende oder divergente Anpassung. Unbeschränkte oder unendliche Anpassung.

Elfter Vortrag.

Die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Dasein.

Arbeitsheilung und Fortschritt 225

Wechselwirkung der beiden organischen Bildungstriebe, der Vererbung und Anpassung. Natürliche und künstliche Züchtung. Kampf um's Dasein oder Wettkampf um die Lebensbedürfnisse. Mißverhältniß zwischen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der Zahl der wirklichen (actuellen) Individuen. Verwickelte Wechselbeziehungen aller benachbarten Organismen. Wirkungsweise der natürlichen Züchtung. Gleichfarbige Zuchtwahl als Ursache der sympathischen Färbungen. Geschlechtliche Zuchtwahl als Ursache der secundären Sexualcharactere. Gesetz der Sonderung oder Arbeitsheilung (Polymorphismus, Differenzirung, Divergenz des Charakters). Uebergang der Varietäten in Species. Begriff der Species. Bastardzeugung. Gesetz des Fortschritts oder der Vervollkommnung (Progressus, Teleosis).

zwölfter Vortrag.

Entwicklungsgesetze der organischen Stämme und Individuen.

Phylogenie und Ontogenie 250

Entwicklungsgesetze der Menschheit: Differenzirung und Vervollkommnung. Mechanische Ursache dieser beiden Grundgesetze. Fortschritt ohne Differenzirung und Differenzirung ohne Fortschritt. Entstehung der rudimentären Organe durch Nichtgebrauch und Abgewöhnung. Ontogenese oder individuelle Entwicklung der Organismen. Allgemeine Bedeutung derselben. Ontogenie oder individuelle Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere, mit Inbegriff des Menschen. Eifurchung. Bildung der drei Keimblätter. Entwicklungsgeschichte des Centralnervensystems, der Extremitäten, der Kiemenbogen und des Schwanzes bei den Wirbeltieren. Ursächlicher Zusammenhang und Parallelismus der Ontogenese und Phylogenese, der individuellen und der Stammesentwicklung. Ursächlicher Zusammenhang und Parallelismus der Phylogenese und der systematischen Entwicklung. Parallelismus der drei organischen Entwicklungsreihen.

Dreizehnter Vortrag.

Seite

Entwicklungstheorie des Weltalls und der Erde. Urzeugung. Kohlenstofftheorie. Plastidentheorie . . . 281

Entwicklungsgeschichte der Erde. Kant's Entwicklungstheorie des Weltalls oder die kosmologische Gastheorie. Entwicklung der Sonnen, Planeten und Monde. Erste Entstehung des Wassers. Vergleichung der Organismen und Anorgane. Organische und anorganische Stoffe. Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzustände. Eiweißartige Kohlenstoffverbindungen. Organische und anorganische Formen. Krystalle und structurlose Organismen ohne Organe. Stereometrische Grundformen der Krystalle und der Organismen. Organische und anorganische Kräfte. Lebenskraft. Wachstum und Anpassung bei Krystallen und bei Organismen. Bildungstrieb der Krystalle. Einheit der organischen und anorganischen Natur. Urzeugung oder Archigonie. Autogonie und Plasmogonie. Entstehung der Moneren durch Urzeugung. Entstehung der Zellen aus Moneren. Zellentheorie. Plastidentheorie. Plastiden oder Bildnerinnen. Cytoden und Zellen. Vier verschiedene Arten von Plastiden.

Vierzehnter Vortrag.

Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde 311

Chorologische Thatfachen und Ursachen. Einmalige Entstehung der meisten Arten an einem einzigen Orte: „Schöpfungsmittelpunkte“. Ausbreitung durch Wanderung. Active und passive Wanderungen der Thiere und Pflanzen. Transportmittel. Transport der Keime durch Wasser und Wind. Beständige Veränderung der Verbreitungsbezirke durch Hebungen und Senkungen des Bodens. Chorologische Bedeutung der geologischen Vorgänge. Einfluß des Klima-Wechsels. Eiszeit oder Glacial-Periode. Ihre Bedeutung für die Chorologie. Bedeutung der Wanderungen für die Entstehung neuer Arten. Isolirung der Kolonisten. Wagner's „Migrationsgesetz“. Verhältniß der Migrationstheorie zur Selectionstheorie. Uebereinstimmung ihrer Folgerungen mit der Descendenztheorie.

Fünfzehnter Vortrag.

Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden 333

Reform der Systematik durch die Descendenztheorie. Das natürliche System als Stammbaum. Paläontologische Urkunden des Stammbaumes. Die

Verfeinerungen als Denkmünzen der Schöpfung. Ablagerung der neptunischen Schichten und Einfluß der organischen Reste. Eintheilung der organischen Erdgeschichte in fünf Hauptperioden: Zeitalter der Langwälder, Farnwälder, Nadelwälder, Laubwälder und Culturwälder. System der neptunischen Schichten. Unermessliche Dauer der während ihrer Bildung verfloffenen Zeiträume. Ablagerung der Schichten nur während der Senkung, nicht während der Hebung des Bodens. Andere Lücken der Schöpfungsurkunde. Metamorphischer Zustand der ältesten neptunischen Schichten. Geringere Ausdehnung der paläontologischen Erfahrungen. Geringer Bruchtheil der verfeinerungsfähigen Organismen und organischen Körpertheile. Seltenheit vieler versteinerten Arten. Mangel fossiler Zwischenformen. Die Schöpfungsurkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Sechszehnter Vortrag.

Stammbaum und Geschichte des Protistenreichs 364

Specielle Durchführung der Descendenztheorie in dem natürlichen System der Organismen. Construction der Stammbäume. Abstammung aller mehrzelligen Organismen von einzelligen. Abstammung der Zellen von Moneren. Begriff der organischen Stämme und Phylen. Zahl der Stämme des Thierreichs und des Pflanzenreichs. Einheitliche oder monophyletische und vielheitliche oder polyphyletische Descendenzhypothese. Das Reich der Protisten oder Urwesen. Acht Klassen des Protistenreichs. Moneren. Amöboiden oder Protoplasten. Geißelschwärmer oder Flagellaten. Flimmerkugeln oder Katakalkten. Labyrinthläufer oder Labyrinthkuleen. Kieselzellen oder Diatomeen. Schleimpilze oder Myxomyceten. Wurzelfüßer oder Rhizopoden. Bemerkungen zur allgemeinen Naturgeschichte der Protisten: Ihre Lebenserscheinungen, chemische Zusammensetzung und Formbildung (Individualität und Grundform). Phylogenie des Protistenreichs.

Siebenzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geschichte des Pflanzenreichs 400

Das natürliche System des Pflanzenreichs. Eintheilung des Pflanzenreichs in sechs Hauptklassen und achtzehn Klassen. Unterreich der Blumenlosen (Cryptogamen). Stammgruppe der Thalluspflanzen. Lange oder Algen (Urtange, Grüntange, Brauntange, Rothtange). Fadenpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze). Stammgruppe der Prothalluspflanzen. Rose

oder Muscinen (Langmose, Lebermose, Laubmose, Torfmose). Farne oder Filicinen (Laubfarne, Schachtfarne, Wasserfarne, Schuppenfarne). Unterreich der Blumenpflanzen (Phanerogamen). Nacktsamige oder Gymnospermen. Palmfarne (Cycadeen). Nadelhölzer (Coniferen). Decksamige oder Angiospermen. Monocotylen. Dicotylen. Kelchblüthige (Apetalen). Sternblüthige (Diapetalen). Glockenblüthige (Gamopetalen).

Achtzehnter Vortrag.

**Stammbaum und Geschichte des Thierreichs. I. Pflanzen-
thiere und Wurmithiere 485**

Das natürliche System des Thierreichs. System von Linné und Lamarck. Die vier Typen von Bär und Cuvier. Vermehrung derselben auf sechs Typen. Genealogische Bedeutung der sechs Typen als selbstständiger Stämme des Thierreichs. Monophyletische und polyphyletische Descendenzhypothese des Thierreichs. Gemeinsamer Ursprung der fünf übrigen Thierstämme aus dem Würmerstamm. Eintheilung der sechs Thierstämme in 16 Hauptklassen und 33 Klassen. Stamm der Pflanzenthiere. Schwämme oder Spongien (Weichschwämme, Hartschwämme). Nesseltiere oder Akalephen (Korallen, Schirmquallen, Kammquallen). Stamm der Wurmithiere. Urwürmer oder Archelminthen (Infusorien). Weichwürmer oder Scoleciden (Plattwürmer, Rundwürmer). Sackwürmer oder Himatogen (Mollusktiere, Mantelthiere). Gliedwürmer oder Colelminthen (Sternwürmer, Ringelwürmer, Käderwürmer).

Neunzehnter Vortrag.

**Stammbaum und Geschichte des Thierreichs. II. Weich-
thiere, Sternthiere, Gliedertiere 468**

Stamm der Weichtiere oder Mollusken. Vier Klassen der Weichtiere: Tuscheln (Spirobranchien). Muscheln (Lamellibranchien). Schnecken (Gastropoden). Kraken (Cephalopoden). Stamm der Sternthiere oder Echinodermen. Abstammung derselben von den gegliederten Würmern (Panzerwürmern oder Phraktelminthen). Generationswechsel der Echinodermen. Vier Klassen der Sternthiere: Seeferne (Asterozoen). Seeilien (Krinoiden). Seeigel (Echinozoen). Seegurken (Holothurien). Stamm der Gliedertiere oder Arthropoden. Vier Klassen der Gliedertiere. Kiemenathmende Gliedertiere oder Crustaceen. (Gliederkrebs, Panzerkrebs). Luftröhrenathmende Gliedertiere oder Trachea-

ten. Spinnen (Streckspinnen, Rundspinnen). Tausendfüßer. Insecten. Rauende und saugende Insecten. Stammbaum und Geschichte der acht Insecten=Ordnungen.

Zwanzigster Vortrag.

Stammbaum und Geschichte des Thierreichs. III. Wirbelthiere 502

Die Schöpfungsurkunden der Wirbelthiere. (Vergleichende Anatomie, Embryologie und Paläontologie.) Das natürliche System der Wirbelthiere. Die vier Klassen der Wirbelthiere von Linné und Lamarck. Vermehrung derselben auf neun Klassen. Hauptklasse der Rohrherzen oder Schädellosen (Lanzettthiere). Blutsverwandtschaft der Schädellosen mit den Mantelthieren. Uebereinstimmung der embryonalen Entwicklung von Amphioxus und von den Ascidien. Ursprung des Wirbelthierstammes aus der Würmergruppe. Hauptklasse der Unpaarnasen oder Rundmäuler (Zuger und Lampreten). Hauptklasse der Anamnioten oder Amnionlosen. Fische (Urfische, Schmelzfische, Knochenfische). Lurdfische oder Dipneusten. Seedrahen oder Halisaurier. Lurche oder Amphibien (Panzerlurche, Nactlurche). Hauptklasse der Amnionthiere oder Amnioten. Reptilien (Stammreptilien, Eidechsen, Schlangen, Crocodile, Schildkröten, Flugreptilien, Drachen, Schnabelreptilien). Vögel (Fieder-schwänzige, Fächerschwänzige, Büschelschwänzige).

Einundzwanzigster Vortrag.

Stammbaum und Geschichte des Thierreichs. IV. Säugethiere 536

System der Säugethiere nach Linné und nach Blainville. Drei Unterklassen der Säugethiere (Ornithodelphien, Didelphien, Monodelphien). Ornithodelphien oder Monotremen. Schnabelthiere (Ornithostomen). Didelphien oder Marsupialien. Pflanzenfressende und fleischfressende Beuteltiere. Monodelphien oder Placentalien (Placentalthiere). Bedeutung der Placenta. Zottenplacentner. Gürtelplacentner. Scheibenplacentner. Decidualose oder Indeciduen. Hufthiere. Unpaarhufer und Paarhufer. Walthiere. Zahnarme. Deciduathiere oder Deciduaten. Halbaffen. Nagethiere. Scheinhufer. Insectenfresser. Raubthiere. Flederthiere. Affen.

Zweiundzwanzigster Vortrag.**Ursprung und Stammbaum des Menschen 564**

Die Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen. Unermeßliche Bedeutung und logische Nothwendigkeit derselben. Stellung des Menschen im natürlichen System der Thiere, insbesondere unter den biscoplacentalen Säugethieren. Unberechtigte Trennung der Vierhänder und Zweihänder. Berechtigte Trennung der Halbaffen von den Affen. Stellung des Menschen in der Ordnung der Affen. Schmalnasen (Affen der alten Welt) und Plattnasen (amerikanische Affen). Unterschiede beider Gruppen. Entstehung des Menschen aus Schmalnasen. Menschenaffen oder Anthropoiden. Afrikanische Menschenaffen (Gorilla und Schimpanse). Asiatische Menschenaffen (Orang und Gibbon). Vergleichung der verschiedenen Menschenaffen und der verschiedenen Menschenrassen. Uebersicht der Ahnenreihe des Menschen. Wirbellose Ahnen (Prochordaten) und Wirbelthier-Ahnen.

Dreiundzwanzigster Vortrag.**Wanderung und Verbreitung des Menschengeschlechts.****Menschenarten und Menschenrassen 593**

Alter des Menschengeschlechts. Ursachen der Entstehung desselben. Der Ursprung der menschlichen Sprache. Einkämmiger (monophyletischer) und vielstämmiger (polyphyletischer) Ursprung des Menschengeschlechts. Abstammung der Menschen von vielen Paaren. Classification der Menschenrassen. System der zwölf Menschenarten. Wollhaarige Menschen oder Motritzen. Büschelhaarige (Papua's, Hottentotten). Bleichhaarige (Kaffern, Neger). Schlichthaarige Menschen oder Liffotritzen. Straffhaarige (Australier, Malagen, Mongolen, Artiller, Amerikaner). Foddenhaarige (Dravidas, Nubier, Mittelländer). Bevölkerungszahlen. Urheimath des Menschen (Südastien oder Lemurien). Beschaffenheit des Urmenschen. Zahl der Ursprachen (Monoglottonen und Polyglottonen). Divergenz und Wanderung des Menschengeschlechts. Geographische Verbreitung der Menschenarten.

Vierundzwanzigster Vortrag.**Einwände gegen und Beweise für die Wahrheit der Descendenztheorie 627**

Einwände gegen die Abstammungslehre. Einwände des Glaubens und

der Vernunft. Unermessliche Länge der geologischen Zeiträume. Uebergangsformen zwischen den verwandten Species. Abhängigkeit der Formbeständigkeit von der Vererbung, und des Formwechsels von der Anpassung. Entstehung sehr zusammengesetzter Organisations Einrichtungen. Stufenweise Entwicklung der Instinkte und Seelenthätigkeiten. Entstehung der apriorischen Erkenntnisse aus aposteriorischen. Erfordernisse für das richtige Verständniß der Abstammungslehre. Nothwendige Wechselwirkung der Empirie und Philosophie. Beweise für die Descendenztheorie. Innerer ursächlicher Zusammenhang aller biologischen Erscheinungsreihen. Der directe Beweis der Selectionstheorie. Verhältniß der Descendenztheorie zur Anthropologie. Beweise für den thierischen Ursprung des Menschen. Die Bitheloidentheorie als untrennbarer Bestandtheil der Descendenztheorie. Induction und Deduction. Stufenweise Entwicklung des menschlichen Geistes. Körper und Geist. Menschenseele und Thierseele. Blick in die Zukunft.

	Seite
Verzeichniß der im Texte mit Ziffern angeführten Schriften	659
Erklärung der Tafeln	668
Taf. I. Titelblatt. Lebensgeschichte eines einfachsten Organismus, eines Moneres (<i>Protomyxa aurantiaca</i>)	668
Taf. II und III. Keime oder Embryen von vier Wirbelthieren (Schilfröte, Huhn, Hund, Mensch)	664
Taf. IV. Hand von neun verschiedenen Säugethieren	664
Taf. V. Stammbaum des Pflanzenreichs, paläontologisch begründet	665
Taf. VI. Geschichtliches Wachsthum der sechs Thierstämme	666
Taf. VII. Gruppe von Pflanzenthieren im Mittelmeere	666
Taf. VIII und IX. Generationswechsel der Sternthiere	669
Taf. X und XI. Entwicklungsgeschichte der Krebsthiere oder Crustaceen	671
Taf. XII und XIII. Entwicklungsgeschichte der Ascidie und des Amphioxus	674
Taf. XIV. Stammbaum des Wirbelthierstammes, paläontologisch begründet	676
Taf. XV. Hypothetische Skizze des monophyletischen Ursprungs und der Verbreitung der zwölf Menschen-Species von Lemurien aus über die Erde	678
Register	680

V o r w o r t

zur ersten Auflage.

Die vorliegenden freien Vorträge über „natürliche Schöpfungsgeschichte“ sind im Wintersemester 1877 vor einem aus Laien und Studirenden aller Facultäten zusammengesetzten Publikum hier von mir gehalten, und von zweien meiner Zuhörer, den Studirenden Hörnlein und Römhelb, stenographirt worden. Abgesehen von den redactionellen Veränderungen des stenographischen Manuscripts, habe ich an mehreren Stellen Erörterungen weggelassen, welche für meinen engeren Zuhörerkreis von besonderem Interesse waren, und dagegen an anderen Stellen Erläuterungen eingefügt, welche mir für den weiteren Leserkreis erforderlich schienen. Die Abkürzungen betreffen besonders die erste Hälfte, die Zusätze dagegen die zweite Hälfte der Vorträge. Der XV., XVI., XVII. und XVIII. Vortrag, welche ursprünglich zusammen nur zwei Vorträge bildeten, sind gänzlich umgearbeitet und bedeutend erweitert worden.

Die „natürliche Schöpfungsgeschichte“ oder richtiger ausgedrückt: Die „natürliche Entwicklungslehre“, deren selbstständige Förderung und weitere Verbreitung den Zweck dieser Vorträge bildet, ist seit nun bald zehn Jahren durch die große Geistes that von Charles Darwin in ein neues Stadium ihrer Entwicklung getreten. Was frühere Anhänger derselben nur unbestimmt andeuteten oder ohne Erfolg aussprachen, was schon Wolfgang Goethe mit dem propheti-

**

schen Genius des Dichters, weit seiner Zeit vorausseilend, ahnte, was Jean Lamarck bereits, unverstanden von seinen befangenen Zeitgenossen, zu einer klaren wissenschaftlichen Theorie formte, das ist durch das epochemachende Werk von Charles Darwin unveräußerliches Erbgut der menschlichen Erkenntniß und die erste Grundlage geworden, auf der alle wahre Wissenschaft in Zukunft weiter bauen wird. „Entwicklung“ heißt von jetzt an das Zaubertwort, durch das wir alle uns umgebenden Räthsel lösen, oder wenigstens auf den Weg ihrer Lösung gelangen können. Aber wie Wenige haben dieses Lösungswort wirklich verstanden, und wie Wenigen ist seine weltumgestaltende Bedeutung klar geworden! Befangen in der mythischen Tradition von Jahrtausenden, und geblendet durch den falschen Glanz mächtiger Autoritäten, haben selbst hervorragende Männer der Wissenschaft in dem Siege der Entwicklungstheorie nicht den größten Fortschritt, sondern einen gefährlichen Rückschritt der Naturwissenschaft erblickt, und namentlich den biologischen Theil derselben, die Abstammungslehre oder Descendenztheorie, unrichtiger beurtheilt, als der gesunde Menschenverstand des gebildeten Laien.

Diese Wahrnehmung vorzüglich war es, welche mich zur Veröffentlichung dieser gemeinverständlichen wissenschaftlichen Vorträge bestimmte. Ich hoffe dadurch der Entwicklungslehre, welche ich für die größte Eroberung des menschlichen Geistes halte, manchen Anhänger auch in jenen Kreisen der Gesellschaft zuzuführen, welche zunächst nicht mit dem empirischen Material der Naturwissenschaft, und der Biologie insbesondere, näher vertraut, aber durch ihr Interesse an dem Naturganzen berechtigt, und durch ihren natürlichen Menschenverstand befähigt sind, die Entwicklungstheorie zu begreifen, und als Schlüssel zum Verständniß der Erscheinungswelt zu benutzen. Die Form der freien Vorträge, in welcher hier die Grundzüge der allgemeinen Entwicklungsgeschichte behandelt sind, hat mancherlei Nachteile. Aber ihre Vorzüge, namentlich der freie und unmittelbare Verkehr zwischen dem Vortragenden und dem Zuhörer, überwiegen in meinen Augen die Nachteile bedeutend.

Der lebhafteste Kampf, welcher in den letzten Jahren um die Entwicklungslehre entbrannt ist, muß früher oder später nothwendig mit ihrer allgemeinen Anerkennung endigen. Dieser glänzendste Sieg des erkennenden Verstandes über das blinde Vorurtheil, der höchste Triumph, den der menschliche Geist erringen konnte, wird sicherlich mehr als alles Andere nicht allein zur geistigen Befreiung, sondern auch zur sittlichen Vervollkommnung der Menschheit beitragen. Zwar haben nicht nur diejenigen engherzigen Leute, die als Angehörige einer bevorzugten Rasse jede Verbreitung allgemeiner Bildung überhaupt scheuen, sondern auch wohlmeinende und edelgesinnte Männer die Befürchtung ausgesprochen, daß die allgemeine Verbreitung der Entwicklungstheorie die gefährlichsten moralischen und socialen Folgen haben werde. Nur die feste Ueberzeugung, daß diese Beforgniß gänzlich unbegründet ist, und daß im Gegentheil jeder große Fortschritt in der wahren Naturerkenntniß unmittelbar oder mittelbar auch eine entsprechende Vervollkommnung des sittlichen Menschenwesens herbeiführen muß, konnte mich dazu ermutigen, die wichtigsten Grundzüge der Entwicklungstheorie in der hier vorliegenden Form einem weiteren Kreise zugänglich zu machen.

Den wißbegierigen Leser, welcher sich genauer über die in diesen Vorträgen behandelten Gegenstände zu unterrichten wünscht, verweise ich auf die im Texte mit Ziffern angeführten Schriften, welche am Schlusse desselben im Zusammenhang verzeichnet sind. Bezüglich derjenigen Beiträge zum Ausbau der Entwicklungslehre, welche mein Eigenthum sind, verweise ich insbesondere auf meine 1866 veröffentlichte „Generelle Morphologie der Organismen“ (Erster Band: Allgemeine Anatomie oder Wissenschaft von den entwickelten Formen; Zweiter Band: Allgemeine Entwicklungsgeschichte oder Wissenschaft von den entstehenden Formen). Dies gilt namentlich von meiner, im ersten Bande ausführlich begründeten Individualitätslehre und Grundformenlehre, auf welche ich in diesen Vorträgen nicht eingehen konnte, und von meiner, im zweiten Bande enthaltenen mechanischen Begründung des ursächlichen Zusammenhangs zwischen der indivi-

duellen und der paläontologischen Entwicklungsgeschichte. Der Leser, welcher sich specieller für das natürliche System der Thiere, Pflanzen und Protisten, sowie für die darauf begründeten Stammbäume interessiert, findet darüber das Nähere in der systematischen Einleitung zum zweiten Bande der generellen Morphologie. Die entsprechenden Stellen der letzteren, welche einzelne Gegenstände dieser freien Vorträge ausführlicher behandeln, sind im Texte mit (Gen. Morph.) angeführt.

So unvollkommen und mangelhaft diese Vorträge auch sind, so hoffe ich doch, daß sie dazu dienen werden, das segensreiche Licht der Entwicklungslehre in weiteren Kreisen zu verbreiten. Möchte dadurch in vielen denkenden Köpfen die unbestimmte Ahnung zur klaren Gewißheit werden, daß unser Jahrhundert durch die endgültige Begründung der Entwicklungstheorie, und namentlich durch die Entdeckung des menschlichen Ursprungs, den bedeutendsten und ruhmvollsten Wendepunkt in der ganzen Entwicklungsgeschichte der Menschheit bildet. Möchten dadurch viele Menschenfreunde zu der Ueberzeugung geführt werden, wie fruchtbringend und segensreich dieser größte Fortschritt in der Erkenntniß auf die weitere fortschreitende Entwicklung des Menschengeschlechts einwirken wird, und an ihrem Theile werththätig zu seiner Ausbreitung beitragen. Möchten aber vor Allem dadurch recht viele Leser angeregt werden, tiefer in das innere Heiligthum der Natur einzudringen, und aus der nie versiegenden Quelle der natürlichen Offenbarung mehr und mehr jene höchste Befriedigung des Verstandes durch wahre Naturerkenntniß, jenen reinsten Genuß des Gemüthes durch tiefes Naturverständnis, und jene sittliche Veredelung der Vernunft durch einfache Naturreligion schöpfen, welche auf keinem anderen Wege erlangt werden kann.

Jena, am 18^{ten} August 1868.

Ernst Heinrich Haeckel.

V o r w o r t

z u r z w e i t e n A u f l a g e .

Die Zusätze und Verbesserungen, welche die zweite Auflage der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte“ erfahren hat, betreffen zwar alle einzelnen Vorträge, jedoch vorzugsweise die zweite, spezielle Hälfte des Buches. In der ersten, allgemeinen Hälfte ist insbesondere der erste Abschnitt, die Geschichte der Entwicklungslehre (I—VI. Vortrag) mehrfach erweitert und berichtigt worden. Der zweite Abschnitt (VII—XI. Vortrag), welcher den eigentlichen „Darwinismus“, d. h. die Selectionstheorie behandelt, ist am wenigsten verändert.

Im dritten Abschnitt (XII.—XV. Vortrag), welcher die allgemeinen Grundzüge der universalen Entwicklungslehre enthält, ist ein neuer Vortrag über die Chorologie und die Eiszeit der Erde eingeschaltet worden (XV.). Die große Bedeutung, welche die Wanderungen der Organismen und die daraus hervorgehende geographische Verbreitung derselben für die Descendenztheorie besitzen, sowie die besondere Wichtigkeit der Eiszeit-Hypothese für die Chorologie, wird diesen Zusatz als Ausfüllung einer wesentlichen Lücke der ersten Auflage rechtfertigen. Dagegen habe ich die Hypothese von den „Anteperioden“ oder den „versteinerungslosen Hebungszeiträumen“, welche ich zuerst 1866 in der generellen Morphologie aufgestellt und in die erste Auflage der Schöpfungsgeschichte (S. 304—306) hinüber genommen hatte, jetzt als unnöthig fallen lassen. Da grade diese Hypothese von verschiedenen Seiten besonders bekämpft worden ist, so

will ich hier nur noch nachträglich bemerken, daß dieselbe lediglich die Schwierigkeiten beseitigen sollte, welche nach der Ansicht vieler Paläontologen der Entwicklungstheorie durch die scharfen paläontologischen Unterschiede je zweier auf einander folgender Formationen bereitet werden. Wenn z. B. wirklich die Versteinerungen der Permischen und der Trias-Formation so grundverschieden sein sollten und so ohne „verbindende Uebergangsformen“ auf einander folgen sollten, wie man früher allgemein behauptete, und auch jetzt noch vielfach annimmt, so gab es keine einfachere Hypothese, um diese scheinbare Kluft auszufüllen, als die Annahme einer „Antetriasperiode“. Diese „Anteperiode“ entsprach in der Weise, wie es Darwin selbst im neunten Capitel seines Buches erläutert hat, einer Periode langsamer Hebung, in welcher aus den dort erörterten Gründen keine oder nur sehr geringe versteinерungsführende Schichten sich ablagern konnten. Permische und Trias-Periode dagegen waren Zeiträume langsamer Senkung, in denen dicke Schichten mit wohl erhaltenen Versteinerungen sich bilden konnten. Selbstverständlich habe ich dabei immer nur an mehr oder weniger locale Bildungen gedacht. Der Hebung an einer Stelle der Erde muß stets die Senkung an einer anderen Stelle entsprechen. Da aber jetzt die bedeutendsten Geologen die Ueberzeugung gewonnen haben, daß jene Trennung eine künstliche war, und daß überall ein unmerklicher paläontologischer Uebergang von einer Formation zur anderen besteht, so wird natürlich die Hypothese von den „Anteperioden“ überflüssig. Ich bedauere dies nicht im Geringsten, und kann bei dieser Gelegenheit nur die für alle meine einzelnen Hypothesen gültige Versicherung wiederholen, daß mir Nichts erwünschter ist, als wenn dieselben durch neue Erfahrungen überflüssig oder durch bessere Hypothesen ersetzt werden.

Dies gilt ganz besonders auch für die Stammbäume der Organismen, welche der phylogenetische Abschnitt der Schöpfungsgeschichte enthält (XVI.—XXI. Vortrag). Dieselben sind in der zweiten Auflage bedeutend sorgfältiger, als in der ersten, ausgearbeitet. Aus den zwei Vorträgen, die dort den Stammbäumen der Thiere ge-

widmet waren (XVII., XVIII.), sind jetzt vier geworden (XVIII.—XXI.) Dieser Abschnitt, der mein speciellcs Eigenthum ist, und für den ich daher auch ganz allein die Verantwortlichkeit übernehme, hat die lebhaftesten Angriffe hervorgerufen, und daher seien mir hier einige Worte der Vertheidigung gestattet. Ich habe mit der Aufstellung der organischen Stammbäume, welche ich zuerst 1866 in dem zweiten Bande der generellen Morphologie unternahm, thatsächlich den ersten Versuch gemacht, die Descendenztheorie im Einzelnen durchzuführen, und ihre unendlich fruchtbare Anwendbarkeit für das Verständniß der organischen Formverhältnisse speciell nachzuweisen. Während Darwin durch die Aufstellung seiner Selectionstheorie nur die generelle Descendenztheorie fest begründen wollte, war es dagegen mein Bestreben, durch die specielle Anwendung derselben, durch die Phylogenie oder Stammesgeschichte der Organismen, die gesammte organische Morphologie in mechanischem Sinne umzugestalten und ihr ein causales Fundament zu geben. Wenn überhaupt die Descendenztheorie wahr ist, so muß es auch möglich sein, die Stammbäume der Organismen, als genealogische Hypothesen, bis zu einem mehr oder weniger hohen Grade von Wahrscheinlichkeit festzustellen.

Die Sicherheit dieser Descendenzhypothesen wird sich bedeutend steigern, wenn wir erst die Ontogenie, die individuelle Entwicklungsgeschichte der verschiedenen Thiergruppen, besser kennen werden, als jetzt der Fall ist. Gegenwärtig sind wir noch vorzugsweise auf die vergleichende Anatomie, als empirische Basis unserer phylogenetischen Speculationen, angewiesen. Welche hohe Bedeutung aber diese Schöpfungsurkunde für unseren Zweck besitzt, läßt sich am besten aus der inzwischen erschienenen zweiten Auflage der „Grundzüge der vergleichenden Anatomie“ von Carl Gegenbaur ermesßen. Indem dieses ausgezeichnete Werk zum ersten Male die Descendenztheorie auf das Gesamtgebiet der vergleichenden Anatomie anwendet, zeigt es klar, wie die letztere durch die erstere erst wahres Licht und Leben gewinnt. Die teleologische Phrase vom „Plan und Zweck“ im Bau des Thierkörpers muß der realen Erkenntniß seiner mechanischen Ursachen weichen.

Daß meine speciellen Descendenzhypothesen bei dem gegenwärtigen lückenhaften Zustande unserer Kenntnisse in der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie nur einen provisorischen und annähernden Werth haben können, liegt auf der Hand. Auch habe ich dies von Anfang an und wiederholt hervorgehoben. Zugleich habe ich ausdrücklich erklärt, daß meine Stammbäume „weiter Nichts beanspruchen, als den ersten Versuch gemacht, und zu weiteren und besseren Versuchen angeregt zu haben“. (Vergl. S. 318 der ersten, S. 366 der zweiten Auflage.) Angesichts dieser entschiedenen Verwahrungen habe ich nicht nöthig, mich gegen diejenigen Angriffe zu vertheidigen, welche meinen Stammbäumen einen dogmatischen Character unterschieben. Ich erwähne diese Angriffe nur deshalb, weil sie meistens von angeblichen „Darwinisten“ ausgehen, und zwar gerade von solchen, die den Darwinismus selbst in ganz dogmatischer Weise auffassen, und als echte Orthodoxe jede Abweichung von dem Buchstaben Darwin's als eine Gesetzesübertretung verurtheilen.

Der Name Darwin bezeichnet gewiß, wie ich selbst vielfach hervorgehoben habe, einen höchst wichtigen, ja den bisher wichtigsten Fortschritt in der Geschichte der Entwicklungslehre, und somit überhaupt der menschlichen Erkenntniß. Der Darwinismus ist aber weder der Anfang noch das Ende der Entwicklungstheorie; er ist weit davon entfernt, eine Schranke des weiteren Fortschritts oder gar einen endgültigen Abschluß derselben zu bedeuten. Wie jeder mächtige Fortschritt in der Wissenschaft sofort wieder eine neue Quelle zu zahlreichen weiteren Fortschritten bildet, so giebt auch Darwin's Selectionstheorie unmittelbar die Veranlassung zu bedeutenden Erweiterungen der universalen Entwicklungstheorie, und als die nächstliegende Erweiterung ist daraus meine Phylogenie entsprungen. Wenn demnach die orthodoxen Darwinisten mir vorwerfen, daß ich „viel zu weit gehe, daß ich „Darwinistischer sei, als Darwin selbst“, daß ich „dem eigentlichen Darwinismus durch meinen Radicalismus schade“, und dergleichen mehr, so erblicke ich darin nur das unfreiwillige Zugeständniß, daß ich die Entwicklungstheorie über die von Darwin

inne gehaltenen Grenzen hinaus erweitert, und die wichtigsten Consequenzen derselben zu ziehen nicht gescheut habe. Was speciell den Vorwurf des Radicalismus betrifft, so ist er gleichbedeutend mit dem der Consequenz. Radicales Denken ist consequentes Denken, das sich durch keine Schranke des überlieferten Herkommens und des aufgedrungenen Dogma hemmen läßt. Wenn ich freilich erwäge, wie selten logisches Denken überhaupt ist, wie viel seltener aber noch mit demselben sich der Muth der äußersten Consequenz verbindet, so darf ich mir nicht versprechen, mit meiner consequenten Durchführung der Entwicklungstheorie viele Freunde zu finden.

Dagegen kann ich wohl für die genealogischen Hypothesen, die in meinen Stammbäumen niedergelegt sind, zum mindesten das Wort Goethe's in Anspruch nehmen: „Eine schlechte Hypothese ist besser als gar keine.“ Ich freue mich, in dieser Beziehung zu meinen Gunsten auch ein Wort von dem ersten Zoologen Englands anführen zu können. In der ausführlichen Besprechung meiner Schöpfungsgeschichte, welche Huxley in der ersten Nummer der neuen Zeitschrift *Academy* (vom 9. October und 13. November 1869) gegeben hat, sagt derselbe: „Whether one agrees or disagrees with Haeckel, one feels that he has forced the mind into lines of thought, in which it is more profitable to go wrong, than to stand still.“ Das ist gewiß, daß noch keine große wissenschaftliche Entdeckung, noch keine mächtig fördernde Theorie sogleich fertig und in allen Einzelheiten ausgeführt in die Welt gesprungen ist, wie Minerva aus dem Haupte des Jupiter. Auch die Theorien müssen ihre Entwicklung durchmachen. Wenn das aber von allen großen Theorien überhaupt gilt, um wie viel mehr von der größten unter allen, von der Entwicklungslehre.

Nicht minder als der vierte ist auch der fünfte und letzte Abschnitt der Schöpfungsgeschichte, der anthropogenetische Theil (XXII.—XXIV. Vortrag) umgearbeitet und bereichert worden. Insbesondere habe ich im XXII. Vortrage die hypothetische Ahnenreihe oder Vorfahrenkette des Menschen möglichst bestimmt in so weit festzustellen ge-

sucht, als es der gegenwärtige Zustand der vergleichenden Anatomie und Ontogenie gestattet. Sodann ist die Frage von den „Arten“ und „Rassen“ des Menschengeschlechts, sowie von ihrer Wanderung und Ausbreitung über die Erde, ausführlicher behandelt worden, so daß es nöthig wurde, einen besonderen neuen Vortrag (XXIII.) daraus zu bilden. Von den Tafeln, welche diesem Vortrage hinzugefügt wurden, sowie von den zahlreichen anderen Illustrationen, mit denen die zweite Auflage bereichert worden ist, hoffe ich, daß sie das Verständniß der vorgetragenen Thatsachen für den Laien bedeutend erleichtern werden.

Schließlich ist es wohl gestattet; noch ein paar Worte der Vertheidigung gegenüber denjenigen beiden Vorwürfen zu sagen, welche am häufigsten und mit der Berechnung der größten Wirkung gegen die Entwicklungslehre im Allgemeinen und gegen meine Darstellung derselben im Besonderen erhoben werden. Das sind die Vorwürfe des Materialismus und des Atheismus. Bei dem argen Mißbrauche, der mit diesen vieldeutigen Worten zur Verdächtigung unserer Wissenschaft getrieben wird, dienen vielleicht die folgenden Worte für manchen ehrlichen Leser zur Aufklärung und Verständigung.

Was zunächst den „Materialismus“ betrifft, so habe ich, unter Berufung auf das S. 32 darüber Bemerkte, nur den Wunsch zu wiederholen, daß unsere sogenannten „gebildeten Kreise“ endlich einmal aufhören mögen, sich durch die Zweideutigkeit dieses Stichwortes täuschen und irre führen zu lassen. Es ist doch wahrlich nicht schwer, bei einem unbefangenen Blick in Leben und Geschichte gewahr zu werden, daß der gewiß ganz verwerfliche „ethische oder sittliche Materialismus“ ganz und gar Nichts mit dem von uns vertretenen „wissenschaftlichen oder naturphilosophischen Materialismus“ zu thun hat. Im Gegentheil schließen sich Beide gewöhnlich geradezu aus. Die praktisch-materialistischen Tendenzen, das hastige Streben nach materiellen Glücksgütern und raffinirtem Lebensgenuß, und die daraus folgende sittliche Entartung findet sich grade in denjenigen Kreisen der Gesellschaft am stärksten entwickelt, welche am breitesten ihre religiöse

Frömmigkeit zur Schau tragen und welche dagegen von der Natur und ihrem Wesen Nichts wissen, sich also auch keine philosophisch-materialistischen Gedanken darüber machen können. Umgekehrt findet sich dieser ethische Materialismus grade am wenigsten bei den materialistischen Philosophen ausgebildet. Wenn diese wirklich materiellen Vortheilen und Gemüthen nachjagten, könnten sie wahrlich etwas Zweckmäßigeres und Vortheilhafteres thun, als ihre innersten Ueberzeugungen ehrlich auszusprechen, und ihre sociale Stellung denselben zum Opfer zu bringen; denn sie wissen im Voraus, daß sie den herrschenden Vorurtheilen gegenüber nur materielle Nachtheile und persönliche Angriffe dafür zu erwarten haben.

Wir müssen daher ernstlich verlangen, daß man endlich aufhöre, unsere materialistische Philosophie mittelst jenes Kunstgriffes zu verdächtigen. Auch ist die Bezeichnung „materialistisch“ gar nicht einmal für dieselbe zutreffend; man könnte sie eben so gut consequent spiritualistisch nennen. Denn wir sind mit Goethe nicht im Stande, uns eine Materie ohne Geist, und umgekehrt einen Geist ohne Materie, überhaupt irgend faßbar vorzustellen. Sehr richtig bemerkt in dieser Beziehung der treffliche August Schleicher: „Die Richtung des Denkens der Neuzeit läuft unverkennbar auf Monismus hinaus. Der Dualismus, fasse man ihn nun als Gegensatz von Geist und Natur, Inhalt und Form, Wesen und Erscheinung, oder wie man ihn sonst bezeichnen mag, ist für die naturwissenschaftliche Anschauung unserer Tage ein vollkommen überwundener Standpunkt. Für diese giebt es keine Materie ohne Geist (ohne die sie bestimmende Nothwendigkeit), aber eben so wenig auch Geist ohne Materie. Oder vielmehr es giebt weder Geist noch Materie im gewöhnlichen Sinne, sondern nur eines, das beides zugleich ist. Diese auf Beobachtung beruhende Ansicht des Materialismus zu beschuldigen, ist eben so verkehrt, als wollte man sie des Spiritualismus zeihen.“

Nicht anders als mit dem „Materialismus“ verhält es sich mit dem „Atheismus“, den man unserer Entwicklungslehre so häufig zum Vorwurf macht, und den insbesondere die „Kirche“ als Grund

zur entschiedensten Kriegserklärung gegen dieselbe anführt. Die Entwicklungstheorie theilt diesen Vorwurf mit allen großen Eroberungen der menschlichen Vernunft, und sehr treffend bemerkt daher der große englische Geologe Lyell: „Es wird hiermit gehen, wie immer, wenn eine neue und überraschende wissenschaftliche Wahrheit entdeckt wird: die Menschen sagen zuerst: „Es ist nicht wahr!“ alsdann: „Es streitet gegen die Religion“ und zuletzt: „Das hat man schon lange gewußt!“

Um das Verhältniß der Religion zur Naturwissenschaft und insbesondere zur „Schöpfungsgeschichte“ richtig zu beurtheilen, muß man sich stets erinnern, daß die religiösen Vorstellungen unter den zahlreichen Menschen-Arten und -Rassen, Völkerschaften und Stämmen so weit aus einander gehen, als es nur möglich ist. Jede von diesen kleineren und größeren Menschengruppen hat ihre eigene Gottesvorstellung. Jede behauptet, daß ihre Religion die allein wahre sei, und jede behauptet dies mit gleichem Recht oder Unrecht; jede giebt alle anderen Religionen für falsch aus und hält deren Anhänger für Irrgläubige oder Ungläubige, Ketzer oder Atheisten. Unter den höher entwickelten Menschenarten aber, besonders den Mongolen und Mittelländern, und unter den letzteren wieder vorzugsweise bei den Semiten und Indogermanen, geht naturgemäß die Differenzirung der religiösen Vorstellungen noch viel weiter. Entsprechend der Differenzirung der übrigen Vorstellungen hat hier jedes selbstständig und hoch entwickelte Individuum, jede originelle Person, ihre eigene Religion, ihren eigenen Gott. Es ist demnach gewiß nicht anmaßend, wenn wir auch für uns das Recht fordern, uns unsere eigene Gottesvorstellung, unsere eigene Religion bilden zu dürfen. Entsprechend unserer fortgeschrittenen Naturerkenntniß und unserer unerfüßlichen Ueberzeugung von der Wahrheit der Entwicklungstheorie kann aber diese Religion nur eine Naturreligion sein, welche mit jenen empirisch erkannten Wahrheiten im Einklang ist.

Nun haben wir aus allen uns bekannten Thatsachen und Erscheinungen der Natur die feste Ueberzeugung von einem einheitlichen Grunde derselben, und namentlich von der vollständigen Einheit

der organischen und anorganischen Natur gewonnen. Unsere Plastidentheorie und Kohlenstofftheorie (S. 281 — 310) füllt vollständig die unnatürliche Kluft aus, welche man früher zwischen organischer oder belebter und anorganischer oder tochter Natur aufrecht erhielt. Alle Natur ist für uns belebt, d. h. von göttlichem Geist, von Gesetz, von Nothwendigkeit durchdrungen. Wir kennen keine Materie ohne diesen göttlichen Geist, keinen Geist ohne Materie. Wer dagegen von einer geistlosen und rohen Materie spricht, der beweist damit nur die Geistlosigkeit und Rohheit seiner eigenen Anschauungen von der Materie.

Wenn unsere Gegner diese einheitliche Anschauung von Natur und Gott als „pantheistisch“ verwerfen, und dagegen ihre eigene, die jetzt noch herrschende Gottesvorstellung als reinen Monotheismus preisen, so ist es leicht zu zeigen, daß dieser angebliche Monotheismus in Wahrheit ein dualistischer Amphitheismus ist. Denn nach ihrer Anschauung muß man nothwendig mindestens zwei gänzlich verschiedene Naturgebiete annehmen, eine anorganische, leblose Natur, in der die festen Gesetze der ewigen Nothwendigkeit herrschen, und eine organische, belebte Natur, in welcher die launenhafte Willkür eines persönlichen Schöpfers gebietet. Dort geschieht Alles durch nothwendig wirkende Ursachen (*Causae efficientes*), hier dagegen außerdem noch durch zweckthätige Ursachen (*Causae finales*); dort giebt es nur Wirkungen in Folge von Ursachen, hier dagegen auch ohne Ursachen.

Indem wir nun diese dualistische Naturanschauung und die damit verbundene amphitheistische Gottesvorstellung verwerfen, indem wir vielmehr die Einheit der gesammten Natur und des darin überall wirkenden göttlichen Geistes anerkennen, verlieren wir zwar die Hypothese eines persönlichen Schöpfers, gewinnen aber dafür die unzweifelhaft erhabeneren und vollkommeneren Vorstellung eines das All durchdringenden und erfüllenden göttlichen Geistes. Nach unserer innersten Ueberzeugung ist diese Vorstellung (consequent durchgeführt!) allein im Stande, den noch bestehenden Gegensatz von Realismus und Idealismus, Materialismus und Spiritualismus zu versöhnen, und in der höheren Vorstellungsweise des Monismus zu verschmelzen.

Wenn man diesen Monismus, der unsere ganze „natürliche Schöpfungsgeschichte“ durchbringt, als „Pantheismus“ verfeinern will, so werden wir uns über diesen Vorwurf mit Giordano Bruno und Spinoza, mit Lessing und Goethe trösten müssen, und können dagegen nichts Besseres erwidern, als was Goethe in einem kürzlich veröffentlichten Briefe an den Amphitheisten F. H. Jacobi schrieb (Westermanns Monatshefte, März 1870, S. 646): „Was ihr lieben Leute mit dem „außer der Welt existirenden“ Gotte wollt, begreife ich nicht; existirt Gott nicht in der Welt, überall in der Welt, und zwar überall ungemessen ganz und untheilbar (denn die ganze Welt ist nur eine Erscheinung seiner Größe für uns erscheinende Gestalten), so existirt er nirgend. Außer der Welt ist kein Raum: der Raum wird nur, indem für uns eine Welt wird, als Abstraction einer Erscheinung. Eingeschränkte Personalität paßt aufs unendliche Wesen eben so wenig, da Person bei uns nur durch Einschränkung wird, als eine Art Modus, oder als ein mit einem Wahn der Einheit wirkendes Aggregat von Wesen. In Gott fällt dieser Wahn weg: Er ist das höchste, lebendigste, thätigste Eins — nicht in allen Dingen, als ob die was außer ihm wären, sondern durch alle Dinge, die nur als sinnliche Darstellung für sinnliche Geschöpfe erscheinen.“ —

„Was wär' ein Gott, der nur von außen stieße,
 „Im Kreis das All am Finger laufen ließe!
 „Ihm ziemt's, die Welt im Innern zu bewegen,
 „Natur in Sich, Sich in Natur zu hegen,
 „So daß, was in Ihm lebt und webt und ist,
 „Nie Seine Kraft, nie seinen Geist vermiszt.“

Jena, am 3^{ten} Mai 1870.

Ernst Heinrich Haedel.

V o r w o r t

zur dritten Auflage.

Zwischen der Veröffentlichung der zweiten und dritten Auflage der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte“ fällt das Erscheinen mehrerer Schriften, welche mir wegen ihrer hohen Bedeutung für die Entwicklungslehre ein Vorwort auch zu dieser Auflage abnöthigen.

Vor allen anderen ist hier das zweibändige Werk von Charles Darwin über „die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl“ (1871) hervorzuheben, in welchem der berühmteste Naturforscher der Gegenwart die Ordnung des Wissenschafts-Gebäudes vollzieht, zu welchem er vor zwölf Jahren durch seine Reform der Descendenz-Theorie das Fundament gelegt hatte. Gleich allen anderen Werken des großen britischen Naturphilosophen zeichnet sich auch dieses Buch, der bedeutungsvollste Schlußstein seiner Lehre, ebenso durch die Fülle von lehrreichen Thatsachen, wie durch den Reichthum an schöpferischen Ideen, ebenso durch scharfe Beobachtung, wie durch klare Reflexion aus. Der zweite Theil, die „geschlechtliche Zuchtwahl“, eröffnet ein neues, höchst interessantes Gebiet für die vergleichende Zoologie, und speciell für die Psychologie. Der erste Theil, die „Abstammung des Menschen“, behandelt den wichtigsten Folgeschluß der ganzen Abstammungslehre mit aller der logischen Konsequenz und dem moralischen Muthe, welcher dafür dem herrschenden Aberglauben unserer Zeit gegenüber erforderlich ist. Bezüglich der speciellen Genealogie des Menschen, seiner Ab-

stammung von niederen Wirbelthieren, seiner Blutsverwandtschaft mit den Ascidien u. s. w. bestätigt Darwin im Wesentlichen die Anschauungen, welche schon in meinen früheren Arbeiten entwickelt sind.

Ohne allen Zweifel ist die Abstammung des Menschen von niederen Thieren, wie ich sie in dem 22sten Vortrage des vorliegenden Buches speciell erörtert habe, ein nothwendiger und unvermeidlicher Folgeschluß der Abstammungslehre; und gerade in dieser unabwendbaren Folgerung liegt die unermeßliche allgemeine Bedeutung derselben. Dieses Verhältniß ist so klar, daß es von vornherein jedem Denkenden hätte einleuchten sollen. Auch würde ja Darwin's erstes, 1859 erschienenenes Hauptwerk „über den Ursprung der Arten“, in welchem von der Abstammung des Menschen kein Wort steht, nimmermehr so unerhörtes Aufsehen in der wissenschaftlichen Welt gemacht haben, wenn nicht jeder einigermaßen denkende Leser sofort jenen absichtlich verschwiegenen Folgeschluß sich selbst gezogen und „die Abstammung des Menschen vom Affen“, als der nächstverwandten Säugethier-Form, als unabweisliche Konsequenz der Descendenztheorie anerkannt hätte. Nichtsdestoweniger bleibt es eine lehrreiche Thatsache, daß diese Anerkennung keineswegs allgemein war, daß vielmehr zahlreiche Kritiker des ersten Darwin'schen Buches (und darunter sehr berühmte Namen) sich vollkommen mit dem Darwinismus einverstanden erklärten, aber jede Anwendung desselben auf den Menschen gänzlich von der Hand wiesen. Grade hieraus entsprang der mir oft gemachte Vorwurf, daß ich „Darwinistischer als Darwin selbst sei“, und daß ich in meiner consequenten Anwendung der Abstammungslehre auf den Menschen und in meiner Aufstellung des menschlichen Stammbaums Schlüsse ziehe, an die Darwin selbst niemals gedacht habe.

Diese vielfach wiederholten Angriffe fallen jetzt in sich selbst wirkungslos zusammen, nachdem Darwin in der Einleitung zu seiner „Abstammung des Menschen“ seine völlige Uebereinstimmung mit meinen Forschungs-Resultaten erklärt und am Schlusse des sechsten Capitel's meinen Stammbaum des Menschengeschlechts in den

wesentlichsten Grundzügen gebilligt hat. In Folge dieser Erklärungen haben sich denn auch sofort eine Menge von Angriffen, die früher nur meiner generellen Morphologie und meiner natürlichen Schöpfungsgeschichte galten, gegen Darwin selbst gerichtet.

Unter den Naturforschern von Fach hatte sich besonders Professor Rütimeyer in Basel viele Mühe gegeben, meine Arbeiten herabzusetzen und namentlich der natürlichen Schöpfungsgeschichte jeden wissenschaftlichen Werth abzuspochen. Viele schlaflose Nächte scheinen ihm meine genealogischen Hypothesen gemacht zu haben, und er läßt keine Gelegenheit vorübergehen, über diese die volle Schale seines Zornes auszugießen und zu versichern, daß „Darwinismus und Haedel'sche Stammbäume“ gar nichts mit einander zu schaffen haben. Inzwischen hat nun Darwin allerdings durch die angeführte Zustimmung zu meinen genealogischen Hypothesen diesen Angriffen allen Boden entzogen; und nachdem sich Professor Rütimeyer bisher vergeblich bemüht hat zu zeigen, daß ich von dem „wahren und eigentlichen Darwinismus“ Nichts wisse, fällt ihm jetzt die schwierigere Aufgabe zu, auch zu beweisen, daß Charles Darwin selbst Nichts von dem „wahren und eigentlichen“ Darwinismus verstehe. Indessen wird ihm die Lösung dieser Aufgabe bei der großen Gewandtheit, mit welcher Herr Rütimeyer die Wahrheit in ihr Gegentheil verkehrt, nicht allzuschwer werden; um so mehr, als ihm „die Darwin'schen Lehren nur als eine Art Religion des Naturforschers erscheinen, für oder wider welche man sein kann! Allein über Glaubenssachen ist es bekanntlich böse zu streiten“, und Rütimeyer „glaubt daher auch nicht, daß Viel dabei herauskommt“! Diese harmlose Auffassung der wichtigsten biologischen Theorie ist allerdings naiv, genau so naiv, wie wenn ein Physiker oder ein Astronom sagen würde: „Mir erscheint die Gravitations-Theorie als eine Art Religion des Naturforschers, für oder wider welche man sein kann; allein über Glaubenssachen ist es bekanntlich böse zu streiten und ich erwarte nicht, daß Viel dabei herauskommt“.

Schlimmer ist es, daß sich Herr Rütimeyer in seinem Zorneseifer gegen die „Natürliche Schöpfungsgeschichte“ so weit versteigt, die wichtigsten und ihm selbst wohlbekannten wissenschaftlichen Thatsachen zu leugnen, bloß weil ich darauf das größte Gewicht lege. So leugnet er z. B. die formale Identität der Eier und der jungen Embryonen des Menschen und der nächstverwandten Säugethiere. Daß kein Mensch im Stande ist, das menschliche Ei von demjenigen der nächstverwandten Säugethiere auch mit Hülfe der besten Mikroskope zu unterscheiden, ist eine längst bekannte, wenn auch nicht gehörig gewürdigte Thatsache, die fast in jedem Handbuche der Histologie steht. Ebenso weiß längst schon jeder Anatom, daß die Embryonen des Menschen selbst noch in den von mir auf Taf. II und III dargestellten Stadien nicht wesentlich von denjenigen anderer placentaler Säugethiere verschieden sind. Die ganze innere und äußere Bildung des geschwänzten Körpers, der beiden Gliedmaßenpaare, des Halses mit den Kiemenbogen und Kiemenpalten, die Anlage der Sinnesorgane, u. s. w. ist beim Menschen im ersten Monate der Entwicklung durchaus dieselbe wie bei allen anderen Säugethieren; und auch von derjenigen der Vögel und Reptilien, kurz aller höheren Wirbelthiere, nicht wesentlich verschieden. Der Entwicklungsgang des Keims ist ja überhaupt bei allen Wirbelthieren im Wesentlichen ganz derselbe und von demjenigen aller anderen Thiere abweichend.

Diese embryologischen Thatsachen sind gewiß von der allergrößten Bedeutung und ich für meine Person lege darauf mehr Gewicht, als auf alle anderen biologischen Erscheinungen und auf alle anderen Beweise für die Wahrheit der Abstammungslehre. Mit vollem Rechte sagt darüber Professor Huxley, einer der verdientesten, an Kenntnissen und an Verständniß reichsten Vorkämpfer des Darwinismus: „Obgleich diese Thatsachen von vielen anerkannten Lehrern des Volkes ignorirt werden, so sind sie doch leicht nachzuweisen und mit Uebereinstimmung von allen Männern der Wissenschaft angenommen, (— hier hätte Professor Huxley Herrn

Rütimeyer ausnehmen sollen —), während anderseits ihre Bedeutung so groß ist, daß diejenigen, welche sie gehörig erwogen haben, meiner Meinung nach wenig andere biologische Offenbarungen finden werden, die sie überraschen können.“ Als Beweis dafür, daß diese embryologischen, von Rütimeyer geleugneten Thatsachen schon längst bekannt sind, führe ich für Laien noch an, daß Bär, der größte Ontogenist unseres Jahrhunderts, schon 1828, also vor 44 Jahren, folgende Sätze ausspricht: „Die Embryonen der Säugethiere (— mit Inbegriff des Menschen —) Vögel, Eidechsen und Schlangen, wahrscheinlich auch der Schildkröten sind in früheren Zuständen einander ungemein ähnlich, im Ganzen sowie in der Entwicklung der einzelnen Theile; so ähnlich, daß man oft die Embryonen nur nach der Größe unterscheiden kann. Ich besitze zwei kleine Embryonen in Weingeist, für die ich versäumt habe, die Namen zu notiren, und ich bin jetzt durchaus nicht im Stande, die Klasse zu bestimmen, der sie angehören. Es können Eidechsen, kleine Vögel, oder ganz junge Säugethiere sein. So übereinstimmend ist Kopf- und Rumpfbildung in diesen Thieren. Die Extremitäten fehlen aber jenen Embryonen noch. Wären sie auch da, auf der ersten Stufe der Ausbildung begriffen, so würden sie doch nichts lehren, da die Füße der Eidechsen und Säugethiere, die Flügel und Füße der Vögel, sowie die Hände und Füße der Menschen, sich aus derselben Grundform entwickeln.“

Wie wenig übrigens diese höchst wichtigen Thatsachen der Ontogenie noch gewürdigt werden, und wie selbst unter den Fachmännern ihre wahre Bedeutung noch verkannt wird, geht am deutlichsten aus der verschiedenartigen Beurtheilung hervor, welche das Grundgesetz der organischen Entwicklung gefunden hat, das Gesetz von dem Causal-Nexus zwischen Ontogenie und Phylogenie. Ich habe dieses „biogenetische Grundgesetz“ in meiner generellen Morphologie an die Spitze der allgemeinen Entwicklungsgeschichte gestellt, weil nach meiner Ueberzeugung das ganze innere Verständniß der Entwicklungsgeschichte davon abhängt. Als

Beispiel der erstaunlichsten Verkennung dieses Grundgesetzes führe ich nur einen Anatomen an, welcher selbst ontogenetische Untersuchungen mit großem Fleiße (wenn auch leider ohne morphologisches Urtheil) angestellt hat, Professor His in Basel. Derselbe veröffentlichte vor kaum zwei Jahren eine Rede „über die Bedeutung der Entwicklungsgeschichte für die Auffassung der organischen Natur“, aus welcher nur hervorgeht, daß derselbe von dieser Bedeutung keine Ahnung hat. Statt den tiefen ursächlichen Zusammenhang zwischen Ontogenie und Phylogenie, zwischen Keimesgeschichte und Stammesgeschichte anzuerkennen, und statt darin „eine physiologische Erklärung der von der Entwicklungsgeschichte beobachteten Thatsachen“ zu erblicken, hält Professor His jenes wirklich mechanische „biogenetische Grundgesetz“ für eine unbegründete Hypothese, und stellt statt dessen eine angeblich „mechanische“ Theorie der Ontogenie auf, welche jeder klar urtheilende, mit den Thatsachen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie bekannte Zoologe nur mit einem Lächeln betrachten kann. So z. B. soll die Anlage der vier Gliedmaßen bei den Wirbelthier-Embryonen (Taf. II und III) „den vier Ecken eines Vieriecks ähnlich, bestimmt werden durch die Kreuzung von vier den Körper umgrenzenden Falten“! Es ist aber charakteristisch für die Urtheilslosigkeit unserer Zeit, daß man solche wunderliche Einfälle als große Fortschritte bewundert und dabei den allein zum Ziele führenden und von Darwin so klar vorgezeichneten Weg verschmäht.

Es erscheint überflüssig, hier auf die Masse von größeren und kleineren Schriften einzugehen, welche in letzter Zeit wieder geradezu gegen den Darwinismus und gegen die Entwicklungslehre überhaupt, sowie gegen meine Darstellung derselben in der natürlichen Schöpfungsgeschichte gerichtet worden sind. Die allermeisten dieser Schriften sind so dilettantisch geschrieben, so ohne gründliche Kenntniß der großen Thatsachen-Reihen, auf welche sich die ganze Entwicklungstheorie stützt, daß man sie getrost der verdienten Vergessenheit anheimgeben kann, von der sie ohnehin bald ereilt werden. Je-

der beliebige Laie glaubt über die Descendenz-Theorie und ihre Anwendung auf den Menschen sofort absprechen zu können; glaubt doch Jedermann von selbst hinreichend zu wissen, was überhaupt der Mensch eigentlich für ein Wesen ist, und weiß doch jeder Einzelne ganz sicher, daß er persönlich „nicht vom Affen abstammt.“ Daß aber das naturwissenschaftliche Studium des menschlichen Organismus das schwierigste von allen ist, daß die ganze körperliche und geistige Beschaffenheit des Menschen nur durch die Entwicklungsgeschichte, nur durch Vergleichung derselben mit der körperlichen und geistigen Beschaffenheit der übrigen Thiere erkannt werden kann, davon wollen die Wenigsten etwas wissen. Und doch ist es ganz unzweifelhaft, daß die ganze Anthropologie nur ein specieller Zweig der Zoologie ist, und daß also die vergleichende Anatomie und Physiologie, und vor allem die Entwicklungsgeschichte für erstere wie für letztere die unentbehrlichste Basis ist. Daher erhebt sich fast die ganze neuere „Anthropologie“ und „Ethnologie“, wie sie jetzt in umfangreichen Zeitschriften und von zahlreichen „wissenschaftlichen“ Gesellschaften cultivirt wird, nicht über den Rang eines halbgebildeten Dilettantismus. Erst wenn dieselbe anfangen wird, sich auf den Boden der vergleichenden Zoologie zu stellen, erst wenn jeder „Anthropolog“ und „Ethnolog“ wenigstens mit den Grundzügen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie bekannt sein wird, erst dann wird die Lehre vom Menschen ihren wohlverdienten Platz an der Spitze der übrigen Naturwissenschaften einnehmen.

Wie weit die Anthropologie von diesem Ziele noch entfernt ist, und wie wenig sie geneigt ist, ihre natürliche Mutter, die Zoologie, und ihre unentbehrliche Führerin, die Descendenz-Theorie, als solche anzuerkennen, davon legen zahlreiche der noch jüngst gegen letztere gerichteten Angriffe Zeugniß ab. Unter diesen möchten wir ausnahmsweise einen einzigen hier der Vergessenheit entreißen, weil er in drastischer Form beweist, was man dem anthropologischen Publicum als „wissenschaftliche Ethnologie“ bieten darf; und wie man

noch gegenwärtig in diesen Dilettanten-Kreisen die Entwicklungslehre, die unentbehrliche Grundlage aller biologischen Forschungen, behandelt. Ich meine die Aeußerungen des Berliner Ethnographen Bastian, die unter den zahllosen albernen und kindischen Angriffen gegen den „Darwinismus“ fast alle anderen an Verlehrtheit und Unverstand übertreffen. Dieser Unverstand erscheint aber deshalb hier hochkomisch, weil er im Gewande der stolzesten Philosophie, verbrämt mit der hochtrabendsten Phraseologie einhereschreitet. Man höre: z. B. nur folgende „kindische Faseteilen“: „Alle Fehler der teleologischen Glaubensrichtung aus vermeintlich überwundenen Standpunkten wiederholend, fällt die Descendenz-Theorie in kindische Faseteilen, wenn sie in dem Wissensstückwerk auf unserem Erdenwinkel den Plan des Weltgesetzes durchschauen zu können meint, und die aufstrebende Entwicklung von Protoplasmen bis zum Menschen weiter führt.“ Herr Bastian weiß hiernach nicht einmal, daß er selbst im Beginne seiner individuellen Existenz, gleich allen anderen Menschenkindern, eine einfache Zelle, d. h. ein Protoplasma-Kügelchen mit einem Kerne war! Er begreift nicht einmal den fundamentalen Gegensatz zwischen der teleologischen Dogmatik, die einem weisheitsvollen „Plan“ des Schöpfers nachspürt, und der mechanischen Descendenz-Theorie, welche gerade umgekehrt das „Weltgesetz“ der nothwendigen Causalität an die Stelle des vergeblich gesuchten „Planes der Schöpfung“ setzen will. Man höre ferner folgenden Erguß „babylonischer Sprach- und Begriffs-Verwirrung“ (die gerade bei diesem Bombastus bis zu einem bedenklichen Stadium gediehen ist!): „Die Anthropologie hat sich heutzutage die umgekehrte Pyramide der Evolutions-Theorie zusammengeliefert, einen buntscheckigen Gözenthurm, der manchen werthvollen Baustein der Transmutationslehre entlehnt hat, aber zunächst seine Verehrer mit babylonischer Sprach- und Begriffs-Verwirrung zu schlagen scheint!“ Doch mag der Leser die „mehr kindischen als barbarischen Vorstellungen“ des Herrn Bastian über organische Entwicklung lieber in seinen eigenen „geistlosen Wasser-suppen“, in seinen schwülstigen „Flunkeleien“, übergossen mit dem ihm

eigenen „schaalen Raisonnement“ (— wir gebrauchen überall seine eigenen Worte! —) nachlesen, um sich von der Gerechtigkeit unseres harten Urtheils zu überzeugen. Alles, was gegen die Entwicklungstheorie überhaupt und gegen ihre Anwendung auf den Menschen insbesondere von den verschiedensten Seiten eingewendet worden ist, alle Unwissenheit in den Thatsachen der Entwicklungsgeschichte, alle Unfähigkeit zu ihrem Verständniß, aller Mangel an philosophischer Erkenntniß der Erscheinungswelt — kurz alle Schwächen unserer Gegner — finden sich in den grenzenlos confusen Schriften des Herrn Bastian vereinigt, dessen einzige Stärke in einem außerordentlichen Thatsachen-Gedächtniß — leider ohne jedes klare und geordnete Verständniß der Thatsachen — besteht. Man lese namentlich die höchst komische Kritik, welche derselbe im dritten Bande der Berliner „Zeitschrift für Ethnologie“ (S. 133—143 und S. 349—359) über Darwin's neuestes Werk gegeben hat, und worin er lehreres als „Träume eines Mittagsschläfers“ bezeichnet! Für mich selbst war jedoch die Lectüre dieses seichten Geschwäzes insofern sehr erfreulich, als ich darin nur eine treffende Bestätigung des schon 1866 von mir ausgesprochenen Satzes fand: „Interessant und lehrreich ist der Umstand, daß besonders diejenigen Menschen über die Entdeckung der natürlichen Entwicklung des Menschengeschlechts aus echten Affen am meisten empört sind und in den heftigsten Zorn gerathen, welche offenbar hinsichtlich ihrer intellectuellen Ausbildung und cerebralen Differenzirung sich bisher noch am wenigsten von unseren gemeinsamen tertiären Stammeltern entfernt haben.“

Unter den in den letzten zwei Jahren erschienenen Schriften, die als wahre Bereicherungen der Entwicklungslehre zu begrüßen sind, möchte ich zunächst die bedeutende Schrift: „Sittlichkeit und Darwinismus“, drei Bücher Ethik von B. Garneri, hervorheben, als den ersten glücklichen Versuch, die durch den Darwinismus begründete monistische Weltanschauung auf dem Gebiete der practischen Philosophie fruchtbar anzuwenden. Je schwieriger und gefahrvoller diese Anwendung erscheint, je mehr man fast all-

gemein von der durch Darwin herbeigeführten Geistesbefreiung alle möglichen schlimmen Folgen für die Sittlichkeit, und zum mindesten den revolutionären Umsturz aller bestehenden socialen und moralischen Ordnung erwartet, desto verdienstvoller ist es, diese unbegründeten Befürchtungen zu widerlegen und zu zeigen, daß der ungeheure, durch die Descendenz-Theorie bewirkte Fortschritt unserer Welt-Erkennniß nur die wohlthätigste Einwirkung auf die weitere fortschreitende Entwicklung des Menschengeschlechts, auch im practischen Leben, haben wird. Das treffliche Buch von Carneri behandelt im ersten Buch die Wahrheit (1. Kampf um's Dasein, 2. Selbstbewußtsein, 3. Religion, 4. Schönes, 5. Wahrheit); im zweiten Buche die Freiheit (1. Nothwendigkeit, 2. Leidenschaft, 3. Thätigkeit, 4. Gutes, 5. Freiheit); im dritten Buche die Sittlichkeit (1. Familie, 2. Arbeit, 3. Rechtsstaat, 4. Weltgeschichte, 5. Sittlichkeit). Carneri hat damit der stagnirenden Philosophie der Gegenwart den Weg zu dem fruchtbarsten Speculationsgebiete eröffnet, und wir möchten namentlich den Gegnern der Entwicklungstheorie unter den Theologen und Philosophen diese Schrift dringend empfehlen. Nur wenn sich die Philosophie rückhaltlos auf den Boden der neuen, durch die Entwicklungstheorie reformirten Anthropologie stellt, und die Anwendung der Descendenz-Theorie auf den Menschen unbedingt zugesteht, wird sie im Stande sein, ihre wohlbegründeten Ansprüche auf die Führung der Wissenschaften geltend zu machen; nur wenn sie die wichtigsten Resultate der Naturforschung in sich aufnimmt und verwerthet, wird sie diese Führung dauernd behaupten, damit aber zugleich als monistische Naturphilosophie die noch bestehenden Gegensätze zwischen den verschiedenen Wissenschaften versöhnen.

Unter den zahlreichen Schriften, welche neuerdings über den Darwinismus erschienen sind, zeichnen sich ferner die „Zoologischen Briefe“ und die „allgemeine Zoologie“ von Professor Gustav Jaeger in Stuttgart aus, welche reich an neuen fruchtbaren Ideen sind, wenn sie auch bisweilen sich von dem sicheren Boden der Empirie zu weit entfernen und an den Phantasieflyug der älteren Naturphi-

losophie erinnern. Sodann ist besonders „die Darwin'sche Theorie“ von Dr. Georg Seidliß hervorzuheben (elf Vorlesungen über die Entstehung der Thiere und Pflanzen durch Naturzüchtung). Diese Schrift zeichnet sich vor vielen ähnlichen durch richtige Auffassung und klares Urtheil aus, widerlegt viele Einwürfe der Gegner und giebt eigene werthvolle Beiträge zur Descendenztheorie. Seidliß hat seinen Vorlesungen ein Verzeichniß der „Literatur zur Descendenz-Theorie seit 1859“ vorausgeschickt, welches auf 30 Seiten eine Vorstellung von dem schnellen Wachsthum und dem gewaltigen Umfang dieser Literatur giebt. Ein ähnliches Verzeichniß hat schon früher J. W. Spengel in der Berliner Zeitschrift für Ethnologie veröffentlicht. Der VII. Abschnitt des Verzeichnisses von Seidliß: „Abhandlungen über die Darwin'sche Theorie und Werke, in denen von der Descendenz-Theorie die Rede sein muß“ — dürfte in Zukunft insofern noch einen ganz anderen Umfang gewinnen, als von nun an eigentlich jede botanische und zoologische Arbeit, welche ein wirkliches Verständniß der Erscheinungen, eine philosophische Erklärung namentlich der morphologischen Thatsachen anstrebt, die Descendenz-Theorie als unentbehrlichen Wegweiser benutzen muß und ihre Führung gar nicht mehr entbehren kann. In ganz besonderem Maße gilt dies von der vergleichenden Anatomie, einer Wissenschaft, die durch die Anwendung der Abstammungslehre eine völlig veränderte Gestalt und einen unendlich höheren Werth erhalten hat. Um diesen colossalen Fortschritt völlig zu begreifen, braucht man nur Gegenbaur's classisches Werk über vergleichende Anatomie mit allen ähnlichen Schriften früherer Zeit zu vergleichen. Mit vollem Rechte bemerkt dieser verdienstvolle Naturforscher, welcher die vergleichende Anatomie der Gegenwart beherrscht: „An der vergleichenden Anatomie wird die Descendenz-Theorie zugleich einen Prüfstein finden. Bisher besteht keine vergleichend-anatomische Erfahrung, die ihr widerspräche; vielmehr führen uns alle darauf hin. So wird jene Theorie das von der Wissenschaft zurückerlangene, was sie ihrer Methode gegeben hat: Klarheit und Sicherheit.“

„Die Descendenz-Theorie wird so eine neue Periode in der Geschichte der vergleichenden Anatomie beginnen. Sie wird sogar einen bedeutenderen Wendepunkt bezeichnen, als irgend eine Theorie in dieser Wissenschaft vorher vermocht hat; denn sie greift tiefer als alle jene, und es giebt kaum einen Theil der Morphologie, der nicht auf's Innigste von ihr berührt würde.“

„Vererbung und Anpassung sind die zwei wichtigen Momente, aus denen sowohl die Mannichfaltigkeit der Organisation als das Gemeinsame derselben verständlich wird. Auf dem Standpunkte der Descendenz-Theorie hat die „Verwandtschaft“ der Organismen ihre bildliche Bedeutung verloren. Wo wir durch präcise Vergleichung nachgewiesene Uebereinstimmung der Organisation treffen, deutet diese, als eine vererbte Erscheinung, auf gemeinsame Abstammung hin. Durch die mannichfachen aus der Anpassung erworbenen Umwandlungen die Organe Schritt für Schritt zu verfolgen, wird zur Aufgabe.“

Gegenbaur selbst hat die hier von ihm bezeichnete Aufgabe glänzend gelöst, und vor Allem in dem wichtigsten, interessantesten und schwierigsten Theile der vergleichenden Anatomie, in demjenigen der Wirbelthiere. Er hat alle die verschiedenen Gliedmaßen-Formen der Wirbelthiere, deren hohe Bedeutung auf S. 363 und durch Taf. IV angedeutet ist, auf ihr gemeinsames Urbild zurückgeführt, und als divergente, durch Anpassung erworbene Modificationen einer einzigen erblichen Urform nachgewiesen. Er hat erst die wahre Natur der Wirbelsäule und des Schädels erkannt und die berühmte „Wirbeltheorie des Schädels“ (S. 75) durch die viel tiefer begründete Reduction der Gehirn-Nerven auf die Rückenmarks-Nerven ersetzt. Er hat das Herz der Säugethiere, und also auch des Menschen, auf das Herz der Haifische, unserer uralten Vorfahren, zurückgeführt, und uns überhaupt die wesentlichsten Anhaltspunkte für die Begründung des Wirbelthier-Stammbaums geliefert.

Diese neue vergleichende Anatomie, wie sie in den Arbeiten von Gegenbaur und Huxley begründet ist — nicht die „vergleichende Anatomie ohne Vergleichung“, wie sie gewöhnlich jetzt gelehrt wird —

gehört zu den wichtigsten Stützen der Descendenz-Theorie und bringt in das Chaos der morphologischen Thatsachen die erwünschte Klarheit.

Die vergleichenden Anatomen der älteren Schule haben diese Klarheit vergeblich erstrebt, weil sie den von Lamarck ihnen gebotenen, erklärenden Grundgedanken der Descendenz-Theorie nicht anerkannten. Eine Ausnahme bildet jedoch Goethe, den ich als einen der ersten Begründer der Descendenz-Theorie neben Lamarck und als einen der bedeutendsten Vorläufer Darwin's hervorheben zu müssen glaube. Allerdings ist diese Auffassung nicht unbestreitbar und auch kürzlich von meinem Freunde Oscar Schmidt angegriffen worden, einem der wenigen Zoologen der Gegenwart, welche volles Verständniß der Descendenz-Theorie erlangt und mit klarem Blicke ihre unermeßliche Bedeutung für die gesammte Biologie erkannt haben. Schmidt hatte bereits vor 20 Jahren in einer Vorlesung „Goethe's Verhältniß zu den organischen Naturwissenschaften“ vortrefflich erläutert, und richtet nun in einem kürzlich erschienenen Schriftchen (Graz, 1871) an mich die Frage: „War Goethe ein Darwinianer?“ Er beantwortet diese Frage in einem, meiner Auffassung entgegengesetzten Sinne, indem er meint, Goethe habe „an ein Umbilden vorhandener Arten nicht gedacht, sondern an bloße Erscheinungsweise des Typus oder Urbildes, wie sie in den gegebenen Arten vorliegen.“ Dieser Typus selbst sei etwas Abstractes, ein „undarstellbares Urbild.“ Ich gebe nun gerne zu, daß man bei der eigenthümlichen, oft aphoristischen oder symbolisirenden Ausdrucksweise, die Goethe grade in seinen naturphilosophischen Schriften liebt, sehr verschiedene Ansichten über die eigentliche Meinung derselben haben kann. Im Wesentlichen aber glaube ich doch bei meiner Ansicht bleiben zu müssen, daß Goethe zwar nicht als ein eigentlicher „Darwinianer“, wohl aber als einer der ersten Begründer der Descendenz-Theorie, oder doch mindestens als einer ihrer bedeutendsten Propheten anzusehen ist.

So, wie Schmidt die Frage formulirt: „War Goethe ein Darwinianer?“ werde ich sie auch selbst, gleich ihm, verneinen. Denn

erstens hatte Goethe von dem eigentlichen „Darwinismus“, d. h. von der erst 1859 aufgestellten Selections-Theorie, natürlich keine Ahnung, und zweitens war überhaupt eine „Darwinistische“ Auffassung der Entwicklungstheorie bei dem unvollkommenen Zustande der wichtigsten biologischen Disciplinen zu jener Zeit noch gar nicht möglich. Wenn ich aber auf der anderen Seite mir Goethe's ganz realistische, objective Naturbetrachtung, sein „gegenständlich thätiges“ Denken vergegenwärtige, und wenn ich Alles zusammenfasse, was er über „Bildung und Umbildung organischer Naturen“ gesagt hat (vergl. S. 73—83), so muß ich immer wieder zu der Ansicht zurückkommen, daß diese Aussprüche mehr als bloße Ahnungen oder symbolische Vergleichen sind, daß sie von tiefstem inneren Verständnis der organischen Entwicklung zeugen und daß das „Urbild“ oder der „Typus“ der von der Descendenz-Theorie gesuchten „Stammform“ entspricht. Namentlich kann ich mir die beiden Bildungstriebe (S. 81) gar nicht anders als in „Darwinistischem“ Sinne deuten; und wenn Goethe anerkanntermaßen mit Wolff in der „Metamorphose der Pflanzen“ zusammenstimmte, also für die Ontogenie die Theorie der Epigenese begründete, so erscheint es bei einem so tiefen und naturverständigen Denker nur consequent, daß er auch für die „Entstehung der Arten“ die gleiche „Metamorphose“ annahm, d. h. für die Phylogenie die Theorie der Descendenz aufstellte. Denn diese beiden Theorien, die ontogenetische Theorie der Epigenesis, und die phylogenetische Theorie der Descendenz, sind ganz untrennbar, und man kann nicht der einen folgen, ohne zugleich die andere anzuerkennen. Wie Alfred Kirchhoff sagt, sie sind „Zwillingschwestern. Die Wahrheit dieser wird, wie die jener siegen, oder vielmehr sie hat schon gesiegt“!

Jena, am 18^{ten} März 1872.

Ernst Heinrich Haeckel.

Die Natur.

Natur! Wir sind von ihr umgeben und umschlungen — unvermögend aus ihr herauszutreten, und unvermögend, tiefer in sie hinein zu kommen. Ungebeten und ungewarnt nimmt sie uns in den Kreislauf ihres Tanzes auf und treibt sich mit uns fort, bis wir ermüdet sind und ihrem Arme entfallen.

Sie schafft ewig neue Gestalten; was da ist, war noch nie; was war, kommt nicht wieder: Alles ist neu und doch immer das Alte.

Sie scheint alles auf Individualität angelegt zu haben, und macht sich Nichts aus den Individuen. Sie baut immer und zerstört immer, und ihre Werkstätte ist unzugänglich.

Sie lebt in lauter Kindern; und die Mutter, wo ist sie? Sie ist die einzige Künstlerin: aus dem fimpelsten Stoffe zu den größten Contrasten; ohne Schein der Anstrengung zu der größten Vollendung; zur genauesten Bestimmtheit, immer mit etwas Weichem überzogen. Jedes ihrer Werke hat ein eigenes Wesen, jede ihrer Erscheinungen den isolirtesten Begriff, und doch macht alles Eins aus.

Es ist ein ewiges Leben, Werden und Bewegen in ihr, und doch rückt sie nicht weiter. Sie verwandelt sich ewig, und ist kein Moment Stillstehen in ihr. Für's Bleiben hat sie keinen Begriff, und ihren Fluch hat sie an's Stillstehen gehängt. Sie ist fest: ihr Tritt ist gemessen, ihre Ausnahmen selten, ihre Befehle unwandelbar.

Sie läßt jedes Kind an ihr künfteln, jeden Thoren über sie richten, tausende stumpf über sie hingehen und nichts sehen, und hat an allen ihre Freude und findet bei allen ihre Rechnung.

Man gehorcht ihren Befehlen, auch wenn man ihnen widerstrebt; man wirkt mit ihr, auch wenn man gegen sie wirken will. Sie macht Alles, was sie giebt, zur Wohlthat; denn sie macht es erst unentbehrlich. Sie säumt, daß man sie verlange; sie eilt, daß man sie nicht satt werde.

Sie hat keine Sprache noch Rede, aber sie schafft Zungen und Herzen, durch die sie fühlt und spricht. Ihre Krone ist die Liebe; nur durch sie kommt man ihr nahe. Sie macht Klüfte zwischen allen Wesen, und Alles will sie verschlingen. Sie hat alles isolirt, um alles zusammen zu ziehen. Durch ein paar Rüge aus dem Becher der Liebe hält sie für ein Leben voll Mühe schadlos.

Sie ist alles. Sie belohnt sich selbst und bestraft sich selbst, erfreut und quält sich selbst. Sie ist rauh und gelinde, lieblich und schrecklich, kraftlos und allgewaltig. Alles ist immer da in ihr. Vergangenheit und Zukunft kennt sie nicht. Gegenwart ist ihr Ewigkeit. Sie ist gütig. Ich preise sie mit allen ihren Werken. Sie ist weise und still. Man reißt ihr keine Erklärung vom Leibe, trugt ihr kein Geschenk ab, daß sie nicht freiwillig giebt. Sie ist listig, aber zu gutem Ziele, und am besten ist's, ihre List nicht zu merken.

Sie ist ganz, und doch immer unvollendet. So wie sie's treibt, kann sie's immer treiben. Jedem erscheint sie in einer eigenen Gestalt. Sie verbirgt sich in tausend Namen und Termen, und ist immer dieselbe.

Sie hat mich hereingestellt, sie wird mich auch herausführen. Ich vertraue mich ihr. Sie mag mit mir schalten; sie wird ihr Werk nicht hassen. Ich sprach nicht von ihr: nein, was wahr ist und was falsch ist, alles hat sie gesprochen. Alles ist ihre Schuld, alles ist ihr Verdienst.

Goethe (1780).

Natürliche
Schöpfungsgeschichte
oder
wissenschaftliche Entwicklungslehre.

„Nach ewigen ehernen
„Großen Gesetzen
„Wissen wir Alle
„Unseres Daseins
„Reise vollenden!“

Goethe.

Erster Vortrag.

Inhalt und Bedeutung der Abstammungslehre oder Descendenztheorie.

Allgemeine Bedeutung und wesentlicher Inhalt der von Darwin reformirten Abstammungslehre oder Descendenztheorie. Besondere Bedeutung derselben für die Biologie (Zoologie und Botanik). Besondere Bedeutung derselben für die natürliche Entwicklungsgeschichte des Menschengeschlechts. Die Abstammungslehre als natürliche Schöpfungsgeschichte. Begriff der Schöpfung. Wissen und Glauben. Schöpfungsgeschichte und Entwicklungsgeschichte. Zusammenhang der individuellen und paläontologischen Entwicklungsgeschichte. Unzweckmäßigkeitstheorie oder Wissenschaft von den rudimentären Organen. Unnütze und überflüssige Einrichtungen im Organismus. Gegensatz der beiden grundverschiedenen Weltanschauungen, der monistischen (mechanischen, causalen) und der dualistischen (teleologischen, vitalen). Begründung der ersteren durch die Abstammungslehre. Einheit der organischen und anorganischen Natur, und Gleichheit der wirkenden Ursachen in Beiden. Bedeutung der Abstammungslehre für die einheitliche (monistische) Auffassung der ganzen Natur.

Meine Herren! Die geistige Bewegung, zu welcher der englische Naturforscher Charles Darwin vor dreizehn Jahren durch sein berühmtes Werk „über die Entstehung der Arten“ ¹⁾ den Anstoß gab, hat während dieses kurzen Zeitraums einen Umfang angenommen, der die allgemeinste Theilnahme erregen muß. Allerdings ist die in jenem Werke dargestellte naturwissenschaftliche Theorie, welche man gewöhnlich kurzweg die Darwin'sche Theorie oder den Darwinismus nennt, nur ein geringer Bruchtheil einer viel umfassenderen Lehre.

nämlich der universalen Entwicklungs-Theorie, welche ihre unermessliche Bedeutung über das ganze Gebiet aller menschlichen Wissenschaft erstreckt. Allein die Art und Weise, in welcher Darwin die letztere durch die erstere fest begründet hat, ist so überzeugend, und die entscheidende Wendung, welche durch die nothwendigen Folgeschlüsse jener Theorie in der gesammten Weltanschauung der Menschheit angebahnt worden ist, muß jedem tiefer denkenden Menschen so gewaltig erscheinen, daß man ihre allgemeine Bedeutung nicht hoch genug anschlagen kann. Ohne Zweifel muß diese ungeheuere Erweiterung unseres menschlichen Gesichtskreises unter allen den zahlreichen und großartigen Fortschritten, welche die Naturwissenschaft in unserer Zeit gemacht hat, als der bei weitem folgenreichste und wichtigste angesehen werden.

Wenn man unser Jahrhundert mit Recht das Zeitalter der Naturwissenschaften nennt, wenn man mit Stolz auf die unermesslich bedeutenden Fortschritte in allen Zweigen derselben blickt, so pflegt man dabei gewöhnlich weniger an die Erweiterung unserer allgemeinen Naturerkenntniß, als vielmehr an die unmittelbaren praktischen Erfolge jener Fortschritte zu denken. Man erwägt dabei die völlige und unendlich folgenreiche Umgestaltung des menschlichen Verkehrs, welche durch das entwickelte Maschinenwesen, durch die Eisenbahnen, Dampfschiffe, Telegraphen und andere Erfindungen der Physik hervorgebracht worden ist. Oder man denkt an den ungeheuren Einfluß, welchen die Chemie in der Heilkunst, in der Landwirthschaft, in allen Künsten und Gewerben gewonnen hat. Wie hoch Sie aber auch diesen Einfluß der neueren Naturwissenschaft auf das praktische Leben anschlagen mögen, so muß derselbe, von einem höheren und allgemeineren Standpunkt aus gewürdigt, doch unbedingt hinter dem ungeheuren Einfluß zurückstehen, welchen die theoretischen Fortschritte der heutigen Naturwissenschaft auf die gesammte Erkenntniß des Menschen, auf seine ganze Weltanschauung und die Vervollkommnung seiner Bildung nothwendig gewinnen werden. Denken Sie nur an den unermesslichen Umschwung aller unserer theoretischen Anschauungen, welchen wir der allgemeinen Anwendung des Mikroskops verdanken. Denken Sie

allein an die Zellentheorie, die uns die scheinbare Einheit des menschlichen Organismus als das zusammengesezte Resultat aus der staatlichen Verbindung einer Masse elementarer Lebenseinheiten, der Zellen, nachweist. Oder erwägen Sie die ungeheure Erweiterung unseres theoretischen Gesichtskreises, welche wir der Spektral-Analyse und der Lehre von der Wärme-Mechanik verdanken. Unter allen diesen bewunderungswürdigen theoretischen Fortschritten nimmt aber jedenfalls die von Darwin ausgebildete Theorie bei Weitem den höchsten Rang ein.

Jeder von Ihnen wird den Namen Darwins gehört haben. Aber die Meisten von Ihnen werden wahrscheinlich nur unvollkommene Vorstellungen von dem eigentlichen Werthe seiner Lehre besitzen. Denn wenn man Alles vergleicht, was seit dem Erscheinen von Darwins epochemachendem Werk über dasselbe geschrieben worden ist, so muß demjenigen, der sich nicht näher mit den organischen Naturwissenschaften befaßt hat, der nicht in die inneren Geheimnisse der Zoologie und Botanik eingedrungen ist, der Werth jener Theorie sehr zweifelhaft erscheinen. Die Beurtheilung derselben ist so widerspruchsvoll, größtentheils so mangelhaft, daß es uns nicht Wunder nehmen darf, wenn noch jetzt, dreizehn Jahre nach dem Erscheinen von Darwins Werk, dasselbe nicht entfernt die Bedeutung erlangt hat, welche ihm von Rechtswegen gebührt, und welche es jedenfalls früher oder später erlangen wird. Die allermeisten von den zahllosen Schriften, welche für und gegen den Darwinismus während dieses Zeitraums veröffentlicht wurden, sind von Leuten geschrieben worden, denen der dazu erforderliche Grad von biologischer, und besonders von zoologischer Bildung durchaus fehlt. Obwohl fast alle bedeutenderen Naturforscher der Gegenwart jetzt zu den Anhängern jener Theorie gehören, haben doch nur wenige derselben Geltung und Verständniß in weiteren Kreisen zu verschaffen gesucht. Daher rühren die befremdenden Widersprüche und die seltsamen Urtheile, die man noch heute allenthalben über den Darwinismus hören kann. Gerade dieser Umstand ist es, welcher mich vorzugsweise bestimmt, die Darwinische Theorie

und die damit zusammenhängenden weiteren Lehren zum Gegenstand dieser allgemein verständlichen Vorträge zu machen. Ich halte es für die Pflicht der Naturforscher, daß sie nicht allein in dem engeren Kreise, den ihre Fachwissenschaft ihnen vorschreibt, auf Verbesserungen und Entdeckungen sinnen, daß sie sich nicht allein in das Studium des Einzelnen mit Liebe und Sorgfalt vertiefen, sondern daß sie auch die wichtigen, allgemeinen Resultate ihrer besonderen Studien für das Ganze nutzbar machen, und daß sie naturwissenschaftliche Bildung im ganzen Volke verbreiten helfen. Der höchste Triumph des menschlichen Geistes, die wahre Erkenntniß der allgemeinsten Naturgesetze, darf nicht das Privateigenthum einer privilegierten Gelehrtenkaste bleiben, sondern muß Gemeingut der ganzen Menschheit werden.

Die Theorie, welche durch Darwin an die Spitze unserer Naturerkenntniß gestellt worden ist, pflegt man gewöhnlich als Abstammungslehre oder Descendenztheorie zu bezeichnen. Andere nennen sie Umbildungslehre oder Transmutationstheorie. Beide Bezeichnungen sind richtig. Denn diese Lehre behauptet, daß alle verschiedenen Organismen (d. h. alle Thierarten und alle Pflanzenarten, welche jemals auf der Erde gelebt haben, und noch jetzt leben), von einer einzigen oder von wenigen höchst einfachen Stammformen abstammen, und daß sie sich aus diesen auf dem natürlichen Wege allmählicher Umbildung entwickelt haben. Obwohl diese Entwicklungstheorie schon im Anfange unseres Jahrhunderts von verschiedenen großen Naturforschern, insbesondere von Lamarck¹⁾ und Goethe²⁾ aufgestellt und vertheidigt wurde, hat sie doch erst vor dreizehn Jahren durch Darwin ihre vollständige Ausbildung und ihre ursächliche Begründung erfahren, und das ist der Grund, weshalb sie jetzt gewöhnlich ausschließlich (obwohl nicht ganz richtig) als Darwin's Theorie bezeichnet wird.

Der hohe und wirklich unschätzbare Werth der Abstammungslehre erscheint in einem verschiedenen Lichte, je nach dem Sie bloß deren nähere Bedeutung für die organische Naturwissenschaft, oder

aber ihren weiteren Einfluß auf die gesammte Welterkenntniß des Menschen in Betracht ziehen. Die organische Naturwissenschaft oder die Biologie, welche als Zoologie die Thiere, als Botanik die Pflanzen zum Gegenstand ihrer Erkenntniß hat, wird durch die Abstammungslehre von Grund aus umgestaltet und neu begründet. Denn die Descendenztheorie macht uns mit den wirkenden Ursachen der organischen Formerscheinungen bekannt, während die bisherige Thier- und Pflanzenkunde sich bloß mit den Thatfachen dieser Erscheinungen beschäftigte. Man kann daher auch die Abstammungslehre als die mechanische Erklärung der organischen Formerscheinungen, oder als „die Lehre von den wahren Ursachen in der organischen Natur“ bezeichnen.

Da ich nicht voraussetzen kann, daß Ihnen Allen die Ausdrücke „organische und anorganische Natur“ geläufig sind, und da uns die Gegenüberstellung dieser beiderlei Naturkörper in der Folge noch vielfach beschäftigen wird, so muß ich ein paar Worte zur Verständigung darüber vorausschicken. Organismen oder organische Naturkörper nennen wir alle Lebewesen oder belebten Körper, also alle Pflanzen und Thiere, den Menschen mit inbegriffen, weil bei ihnen fast immer eine Zusammensetzung aus verschiedenartigen Theilen (Werkzeugen oder „Organen“) nachzuweisen ist, welche zusammenwirken, um die Lebenserscheinungen hervorzubringen. Eine solche Zusammensetzung vermissen wir dagegen bei den Anorganen oder anorganischen Naturkörpern, den sogenannten todtten oder unbelebten Körpern, den Mineralien oder Gesteinen, dem Wasser, der atmosphärischen Luft u. s. w. Die Organismen enthalten stets eiweißartige Kohlenstoffverbindungen in festflüssigem Aggregatzustande, während diese den Anorganen stets fehlen. Auf diesem wichtigen Unterschiede beruht die Eintheilung der gesammten Naturwissenschaft in zwei große Hauptabtheilungen, die Biologie oder Wissenschaft von den Organismen (Zoologie und Botanik), und die Anorganologie oder Wissenschaft von den Anorganen (Mineralogie, Geologie, Meteorologie u. s. w.).

Der unschätzbare Werth der Abstammungslehre für die Biologie liegt also, wie bemerkt, darin, daß sie uns die Entstehung der organischen Formen auf mechanischem Wege erklärt, und deren wirkende Ursachen nachweist. So hoch man aber auch mit Recht dieses Verdienst der Descendenztheorie anschlagen mag, so tritt dasselbe doch fast zurück vor der unermeßlichen Bedeutung, welche eine einzige nothwendige Folgerung derselben für sich allein in Anspruch nimmt. Diese nothwendige und unvermeidliche Folgerung ist die Lehre von der thierischen Abstammung des Menschengeschlechts.

Die Bestimmung der Stellung des Menschen in der Natur und seiner Beziehungen zur Gesamtheit der Dinge, diese Frage aller Fragen für die Menschheit, wie sie Huxley²⁶⁾ mit Recht nennt, wird durch jene Erkenntniß der thierischen Abstammung des Menschengeschlechts endgültig gelöst. Wir gelangen also in Folge der von Darwin reformirten Descendenztheorie zum ersten Male in die Lage, eine natürliche Entwicklungsgeschichte des Menschengeschlechts wissenschaftlich begründen zu können. Sowohl alle Vertheidiger, als alle denkenden Gegner Darwins haben anerkannt, daß die Abstammung des Menschengeschlechts zunächst von affenartigen Säugethieren, weiterhin aber von niederen Wirbelthieren, mit Nothwendigkeit aus seiner Theorie folgt.

Allerdings hat Darwin diese wichtigste von allen Folgerungen seiner Lehre nicht sofort selbst ausgesprochen. In seinem Werke „von der Entstehung der Arten“ findet sich kein Wort von der thierischen Abstammung des Menschen. Der eben so vorsichtige als kühne Naturforscher ging damals absichtlich mit Stillschweigen darüber hinweg, weil er voraussah, daß dieser bedeutendste von allen Folgeschlüssen der Abstammungslehre zugleich das bedeutendste Hinderniß für die Verbreitung und Anerkennung derselben sein werde. Gewiß hätte Darwins Buch von Anfang an noch weit mehr Widerspruch und Aergerniß erregt, wenn sogleich diese wichtigste Konsequenz darin klar ausgesprochen worden wäre. Erst zwölf Jahre später, in dem 1871 erschienenen Werke über „die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche

Zuchtwahl“⁴⁸⁾ hat Darwin jenen weitreichendsten Folgeschluß offen anerkannt und ausdrücklich seine volle Uebereinstimmung mit den Naturforschern erklärt, welche denselben inzwischen schon selbst gezogen hatten. Offenbar ist die Tragweite dieser Folgerung ganz unermeßlich, und keine Wissenschaft wird sich den Konsequenzen derselben entziehen können. Die Anthropologie oder die Wissenschaft vom Menschen, und in Folge dessen auch die ganze Philosophie wird in allen einzelnen Zweigen dadurch von Grund aus umgestaltet.

Es wird erst die spätere Aufgabe meiner Vorträge sein, diesen besonderen Punkt zu erörtern. Ich werde die Lehre von der thierischen Abstammung des Menschen erst behandeln, nachdem ich Ihnen Darwins Theorie in ihrer allgemeinen Begründung und Bedeutung vorge tragen habe. Um es mit einem Worte auszudrücken, so ist jene äußerst bedeutende, aber die meisten Menschen von vorn herein abstoßende Folgerung nichts weiter als ein besonderer Deduktionschluß, den wir aus dem sicher begründeten allgemeinen Induktionsgesetz der Descendenztheorie nach den strengen Geboten der unerbittlichen Logik nothwendig ziehen müssen.

Vielleicht ist nichts geeigneter, Ihnen die ganze und volle Bedeutung der Abstammungslehre mit zwei Worten klar zu machen, als die Bezeichnung derselben mit dem Ausdruck: „Natürliche Schöpfungsgeschichte.“ Ich habe daher auch selbst diese Bezeichnung für die folgenden Vorträge gewählt. Jedoch ist dieselbe nur in einem gewissen Sinne richtig, und es ist zu berücksichtigen, daß, streng genommen, der Ausdruck „natürliche Schöpfungsgeschichte“ einen inneren Widerspruch, eine „Contradictio in adjecto“ einschließt.

Lassen Sie uns, um dies zu verstehen, einen Augenblick den Begriff der Schöpfung etwas näher ins Auge fassen. Wenn man unter Schöpfung die Entstehung eines Körpers durch eine schaffende Gewalt oder Kraft versteht, so kann man dabei entweder an die Entstehung seines Stoffes (der körperlichen Materie) oder an die Entstehung seiner Form (der körperlichen Gestalt) denken.

Die Schöpfung im ersteren Sinne, als die Entstehung der Materie, geht uns hier gar nichts an. Dieser Vorgang, wenn er überhaupt jemals stattgefunden hat, ist gänzlich der menschlichen Erkenntniß entzogen, und kann daher auch niemals Gegenstand naturwissenschaftlicher Erforschung sein. Die Naturwissenschaft hält die Materie für ewig und unvergänglich, weil durch die Erfahrung noch niemals das Entstehen und Vergehen auch nur des kleinsten Theilchens der Materie nachgewiesen worden ist. Da wo ein Naturkörper zu verschwinden scheint, wie z. B. beim Verbrennen, beim Verwesen, beim Verdunsten u. s. w., da ändert er nur seine Form, seinen physikalischen Aggregatzustand oder seine chemische Verbindungsweise. Ebenso beruht das Entstehen eines neuen Naturkörpers, z. B. eines Krystalles, eines Pilzes, eines Infusoriums, nur darauf, daß verschiedene Stofftheilchen, welche vorher in einer gewissen Form oder Verbindungsweise existirten, in Folge von veränderten Existenz-Bedingungen eine neue Form oder Verbindungsweise annehmen. Aber noch niemals ist ein Fall beobachtet worden, daß auch nur das kleinste Stofftheilchen aus der Welt verschwunden, oder nur ein Atom zu der bereits vorhandenen Masse hinzugekommen ist. Der Naturforscher kann sich daher ein Entstehen der Materie ebenso wenig als ein Vergehen derselben vorstellen, und betrachtet deshalb die in der Welt bestehende Quantität der Materie als eine gegebene Thatsache. Fühlt Jemand das Bedürfniß, sich die Entstehung dieser Materie als die Wirkung einer übernatürlichen Schöpfungsthätigkeit, einer außerhalb der Materie stehenden schöpferischen Kraft vorzustellen, so haben wir Nichts dagegen. Aber wir müssen bemerken, daß damit auch nicht das Geringste für eine wissenschaftliche Naturerkenntniß gewonnen ist. Eine solche Vorstellung von einer immateriellen Kraft, welche die Materie erst schafft, ist ein Glaubensartikel, welcher mit der menschlichen Wissenschaft gar nichts zu thun hat. Wo der Glaube anfängt, hört die Wissenschaft auf. Beide Thätigkeiten des menschlichen Geistes sind scharf von einander zu halten. Der Glaube hat seinen Ursprung in der dichtenden Einbildungskraft, das Wissen

dagegen in dem erkennenden Verstande des Menschen. Die Wissenschaft hat die segensbringenden Früchte von dem Baume der Erkenntniß zu pflücken, unbekümmert darum, ob diese Eroberungen die dichterischen Einbildungen der Glaubenshaft beeinträchtigen oder nicht.

Wenn also die Naturwissenschaft sich die „natürliche Schöpfungsgeschichte“ zu ihrer höchsten, schwersten und lohnendsten Aufgabe macht, so kann sie den Begriff der Schöpfung nur in der zweiten, oben angeführten Bedeutung verstehen, als die Entstehung der Form der Naturkörper. In dieser Beziehung kann man die Geologie, welche die Entstehung der geformten anorganischen Erdoberfläche und die mannichfaltigen geschichtlichen Veränderungen in der Gestalt der festen Erdrinde zu erforschen strebt, die Schöpfungsgeschichte der Erde nennen. Ebenso kann man die Entwicklungsgeschichte der Thiere und Pflanzen, welche die Entstehung der belebten Formen, und den mannichfaltigen historischen Wechsel der thierischen und pflanzlichen Gestalten untersucht, die Schöpfungsgeschichte der Organismen nennen. Da jedoch leicht in den Begriff der Schöpfung, auch wenn er in diesem Sinne gebraucht wird, sich die unwissenschaftliche Vorstellung von einem außerhalb der Materie stehenden und dieselbe umbildenden Schöpfer einschleicht, so wird es in Zukunft wohl besser sein, denselben durch die strengere Bezeichnung der Entwicklung zu ersetzen.

Der hohe Werth, welchen die Entwicklungsgeschichte für das wissenschaftliche Verständniß der Thier- und Pflanzenformen besitzt, ist jetzt seit mehreren Jahrzehnten so allgemein anerkannt, daß man ohne sie keinen sicheren Schritt in der organischen Morphologie oder Formenlehre thun kann. Jedoch hat man fast immer unter Entwicklungsgeschichte nur einen Theil dieser Wissenschaft, nämlich diejenige der organischen Individuen oder Einzelwesen verstanden, welche gewöhnlich Embryologie, richtiger und umfassender aber Ontogenie genannt wird. Außer dieser giebt es aber auch noch eine Entwicklungsgeschichte der organischen Arten, Klassen und Stämme (Phylen), welche zu der ersteren in den wichtigsten Beziehungen steht. Das Material dafür liefert uns die Versteinerungsurkunde oder Paläonto-

logie, welche uns zeigt, daß jeder Stamm (Phylum) von Thieren und Pflanzen während der verschiedenen Perioden der Erdgeschichte durch eine Reihe von ganz verschiedenen Klassen und Arten vertreten war. So war z. B. der Stamm der Wirbelthiere durch die Klassen der Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere vertreten, und jede dieser Klassen zu verschiedenen Zeiten durch ganz verschiedene Arten. Diese paläontologische Entwicklungsgeschichte der Organismen, welche man als Stammesgeschichte oder Phylogenie bezeichnen kann, steht in den wichtigsten und merkwürdigsten Beziehungen zu dem andern Zweige der organischen Entwicklungsgeschichte, derjenigen der Individuen oder der Ontogenie. Die letztere läuft der ersteren im Großen und Ganzen parallel. Um es kurz mit einem Satze zu sagen, so ist die individuelle Entwicklungsgeschichte oder die Ontogenie eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung oder Rekapitulation der paläontologischen Entwicklungsgeschichte oder der Phylogenie.

Da ich Ihnen diese höchst interessante und bedeutsame Thatsache später noch ausführlicher zu erläutern habe, so will ich mich hier nicht dabei weiter aufhalten, und nur hervorheben, daß dieselbe einzig und allein durch die Abstammungslehre erklärt und in ihren Ursachen verstanden wird, während sie ohne dieselbe gänzlich unverständlich und unerklärlich bleibt. Die Descendenztheorie zeigt uns dabei zugleich, warum überhaupt die einzelnen Thiere und Pflanzen sich entwickeln müssen, warum dieselben nicht gleich in fertiger und entwickelter Form ins Leben treten. Keine übernatürliche Schöpfungsgeschichte vermag uns das große Räthsel der organischen Entwicklung irgendwie zu erklären. Ebenso wie auf diese hochwichtige Frage giebt uns die Descendenztheorie auch auf alle anderen allgemeinen biologischen Fragen vollkommen befriedigende Antworten, und zwar immer Antworten, welche rein mechanisch-causaler Natur sind, welche lediglich natürliche, physikalisch-chemische Kräfte als die Ursachen von Erscheinungen nachweisen, die man früher gewohnt war, der unmittelbaren Einwirkung übernatürlicher, schöpferischer Kräfte zuzuschreiben. Mithin wird durch

unsere Theorie aus allen Gebietstheilen der Botanik und Zoologie, und namentlich auch aus dem wichtigsten Theile der letzteren, aus der Anthropologie, der mystische Schleier des Wunderbaren und Uebernatürlichen entfernt, mit welchem man bisher die verwickelten Erscheinungen dieser natürlichen Erkenntniß-Gebiete zu verhüllen liebte. Das unklare Nebelbild mythologischer Dichtung kann vor dem klaren Sonnenlichte naturwissenschaftlicher Erkenntniß nicht länger bestehen.

Von ganz besonderem Interesse sind unter jenen allgemeinen biologischen Phänomenen diejenigen, welche ganz unvereinbar sind mit der gewöhnlichen Annahme, daß jeder Organismus das Produkt einer zweckmäßig bauenden Schöpferkraft sei. Nichts hat in dieser Beziehung der früheren Naturforschung so große Schwierigkeiten verursacht, als die Deutung der sogenannten „rudimentären Organe“, derjenigen Theile im Thier- und Pflanzenkörper, welche eigentlich ohne Leistung, ohne physiologische Bedeutung, und dennoch formell vorhanden sind. Diese Theile verdienen das allerhöchste Interesse, obwohl sie den meisten Laien gar nicht oder nur wenig bekannt sind. Fast jeder Organismus, fast jedes Thier und jede Pflanze, besitzt neben den scheinbar zweckmäßigen Einrichtungen seiner Organisation andere Einrichtungen, deren Zweck durchaus nicht einzusehen ist.

Beispiele davon finden sich überall. Bei den Embryonen mancher Wiederkäuer, unter Andern bei unserm gewöhnlichen Rindvieh, stehen Schneidezähne im Zwischenkiefer der oberen Kinnlade, welche niemals zum Durchbruch gelangen, also auch keinen Zweck haben. Die Embryonen mancher Wallfische, welche späterhin die bekannten Barthen statt der Zähne besitzen, tragen, so lange sie noch nicht geboren sind und keine Nahrung zu sich nehmen, dennoch Zähne in ihren Kiefern; auch dieses Gebiß tritt niemals in Thätigkeit. Ferner besitzen die meisten höheren Thiere Muskeln, die nie zur Anwendung kommen; selbst der Mensch besitzt solche rudimentäre Muskeln. Die Meisten von uns sind nicht fähig, ihre Ohren willkürlich zu bewegen, obwohl die Muskeln für diese Bewegung vorhanden sind, und obwohl es einzelnen Personen, die sich andauernd Mühe geben, diese Muskeln zu

üben, in der That gelingt, ihre Ohren zu bewegen. In diesen noch jetzt vorhandenen, aber verkümmerten Organen, welche dem vollständigen Verschwinden entgegen gehen, ist es noch möglich, durch besondere Uebung, durch andauernden Einfluß der Willensthätigkeit des Nervensystems, die beinah erloschene Thätigkeit wieder zu beleben. Dagegen vermögen wir dies nicht mehr an den kleinen rudimentären Ohrmuskeln, welche noch am Knorpel unserer Ohrmuschel vorkommen, aber immer völlig wirkungslos sind. Bei unseren langohrigen Vorfahren aus der Tertiärzeit, Affen, Halbaffen und Beuteltieren, welche gleich den meisten anderen Säugethieren ihre große Ohrmuschel frei und lebhaft bewegten, waren jene Muskeln viel stärker entwickelt und von großer Bedeutung. So haben in gleicher Weise auch viele Spielarten der Hunde und Kaninchen, deren wilde Vorfahren ihre steifen Ohren vielseitig bewegten, unter dem Einflusse des Kulturlebens sich jenes „Ohrenspitzen“ abgewöhnt, und dadurch verkümmerte Ohrmuskeln und schlaff herabhängende Ohren bekommen.

Auch noch an anderen Stellen seines Körpers besitzt der Mensch solche rudimentäre Organe, welche durchaus von keiner Bedeutung für das Leben sind und niemals funktionieren. Eines der merkwürdigsten, obwohl unscheinbarsten Organe der Art ist die kleine halbmondförmige Falte, welche wir am inneren Winkel unseres Auges, nahe der Nasenwurzel besitzen, die sogenannte „Plica semilunaris“. Diese unbedeutende Hautfalte, die für unser Auge gar keinen Nutzen bietet, ist der ganz verkümmerte Rest eines dritten, inneren Augenlides, welches neben dem oberen und unteren Augenlide bei anderen Säugethieren, bei Vögeln und Reptilien sehr entwickelt ist. Ja sogar schon unsere uralten Vorfahren aus der Silurzeit, die Urfische, scheinen dies dritte Augenlid, die sogenannte Nickhaut, besessen zu haben. Denn viele von ihren nächsten Verwandten, die in wenig veränderter Form noch heute fortleben, viele Haiartige nämlich, besitzen eine sehr starke Nickhaut, die vom inneren Augenwinkel her über den ganzen Augapfel hinüber gezogen werden kann.

Zu den schlagendsten Beispielen von rudimentären Organen gehören die Augen, welche nicht sehen. Solche finden sich bei sehr vielen Thieren, welche im Dunkeln, z. B. in Höhlen, unter der Erde leben. Die Augen sind hier oft wirklich in ausgebildetem Zustande vorhanden; aber sie sind von der Haut bedeckt, so daß kein Lichtstrahl in sie hineinfallen kann, und sie also auch niemals sehen können. Solche Augen ohne Gesichtsfunktion besitzen z. B. mehrere Arten von unterirdisch lebenden Maulwürfen und Blindmäusen, von Schlangen und Eidechsen, von Amphibien (Proteus, Caecilia) und von Fischen; ferner zahlreiche wirbellose Thiere, die im Dunkeln ihr Leben zubringen: viele Käfer, Krebsthiere, Schnecken, Würmer u. s. w.

Eine Fülle der interessantesten Beispiele von rudimentären Organen liefert die vergleichende Osteologie oder Skelettlehre der Wirbelthiere, einer der anziehendsten Zweige der vergleichenden Anatomie. Bei den allermeisten Wirbelthieren finden wir zwei Paar Gliedmaßen am Rumpf, ein Paar Vorderbeine und ein Paar Hinterbeine. Sehr häufig ist jedoch das eine oder das andere Paar derselben verkümmert, seltener beide, wie bei den Schlangen und einigen aalartigen Fischen. Aber einige Schlangen, z. B. die Riesenschlangen (Boa, Python) haben hinten noch einige unnütze Knochenstückchen im Leibe, welche die Reste der verloren gegangenen Hinterbeine sind. Ebenso haben die waldfischartigen Säugethiere (Cetaceen), welche nur entwickelte Vorderbeine (Brustflossen) besitzen, hinten im Fleische noch ein Paar ganz überflüssige Knochen, welche ebenfalls Ueberbleibsel der verkümmerten Hinterbeine sind. Dasselbe gilt von vielen echten Fischen, bei denen in gleicher Weise die Hinterbeine (Bauchflossen) verloren gegangen sind. Umgekehrt besitzen unsere Blindschleichen (Anguis) und einige andere Eidechsen inwendig ein vollständiges Schultergerüste, obwohl die Vorderbeine, zu deren Befestigung dasselbe dient, nicht mehr vorhanden sind. Ferner finden sich bei verschiedenen Wirbelthieren die einzelnen Knochen der beiden Beinpaare in allen verschiedenen Stufen der Verkümmernng, und oft die rückgebildeten Knochen und die zugehörigen Muskeln stückweise erhalten, ohne doch irgendwie eine Berrichtung

ausführen zu können. Das Instrument ist noch da, aber es kann nicht mehr spielen.

Fast ganz allgemein finden Sie ferner rudimentäre Organe in den Pflanzenblüthen vor, indem der eine oder der andere Theil der männlichen Fortpflanzungsorgane (der Staubfäden und Staubbeutel), oder der weiblichen Fortpflanzungsorgane (Griffel, Fruchtknoten u. s. w.) mehr oder weniger verkümmert oder „sehlgeschlagen“ (abortirt) ist. Auch hier können Sie bei verschiedenen, nahe verwandten Pflanzenarten das Organ in allen Graden der Rückbildung verfolgen. So z. B. ist die große natürliche Familie der lippenblüthigen Pflanzen (Labiaten), zu welcher Melisse, Pfefferminze, Majoran, Gundelrebe, Thymian u. s. w. gehören, dadurch ausgezeichnet, daß die rachenförmige zweilippige Blumenkrone zwei lange und zwei kurze Staubfäden enthält. Allein bei vielen einzelnen Pflanzen dieser Familie, z. B. bei verschiedenen Salbeiarten und beim Rosmarin, ist nur das eine Paar der Staubfäden ausgebildet, und das andere Paar ist mehr oder weniger verkümmert, oft ganz verschwunden. Bisweilen sind die Staubfäden vorhanden, aber ohne Staubbeutel, so daß sie ganz unnütz sind. Seltener aber findet sich sogar noch das Rudiment oder der verkümmerte Rest eines fünften Staubfadens, ein physiologisch (für die Lebensverrichtung) ganz nutzloses, aber morphologisch (für die Erkenntniß der Form und der natürlichen Verwandtschaft) äußerst werthvolles Organ. In meiner generellen Morphologie der Organismen⁴) habe ich in dem Abschnitt von der „Unzweckmäßigkeitslehre oder Dysteleologie“, noch eine große Anzahl von anderen Beispielen angeführt (Gen. Morph. II, 266).

Keine biologische Erscheinung hat wohl jemals die Zoologen und Botaniker in größere Verlegenheit versetzt als diese rudimentären, oder abortiven (verkümmerten) Organe. Es sind Werkzeuge außer Dienst, Körpertheile, welche da sind, ohne etwas zu leisten, zweckmäßig eingerichtet, ohne ihren Zweck in Wirklichkeit zu erfüllen. Wenn man die Versuche betrachtet, welche die früheren Naturforscher zur Erklärung dieses Räthfels machten, kann man sich in der That kaum eines Lä-

chelnß über die seltsamen Vorstellungen, zu denen sie geführt wurden, erwehren. Außer Stande, eine wirkliche Erklärung zu finden, kam man z. B. zu dem Endresultate, daß der Schöpfer „der Symmetrie wegen“ diese Organe angelegt habe; oder man nahm an, es sei dem Schöpfer unpaßend oder unverständlich erschienen, daß diese Organe bei denjenigen Organismen, bei denen sie nicht leistungsfähig sind und ihrer ganzen Lebensweise nach nicht sein können, völlig fehlten, während die nächsten Verwandten sie besäßen, und zum Ersatz für die mangelnde Funktion habe er ihnen wenigstens die äußere Ausstattung der leeren Form verliehen; ungefähr so, wie die uniformirten Civilbeamten bei Hofe mit einem unschuldigen Degen ausgestattet sind, den sie niemals aus der Scheide ziehen. Ich glaube aber kaum, daß Sie von einer solchen Erklärung befriedigt sein werden.

Nun wird gerade diese allgemein verbreitete und räthselhafte Erscheinung der rudimentären Organe, an welcher alle übrigen Erklärungsversuche scheitern, vollkommen erklärt, und zwar in der einfachsten und einleuchtendsten Weise erklärt durch Darwin's Theorie von der Vererbung und von der Anpassung. Wir können die wichtigen Gesetze der Vererbung und Anpassung an den Hausthieren und Kulturpflanzen, welche wir künstlich züchten, verfolgen, und es ist bereits eine Reihe solcher Vererbungsgesetze festgestellt worden. Ohne jetzt auf diese einzugehen, will ich nur vorausschicken, daß einige davon auf mechanischem Wege die Entstehung der rudimentären Organe vollkommen erklären, so daß wir das Auftreten derselben als einen ganz natürlichen Prozeß ansehen müssen, bedingt durch den Nichtgebrauch der Organe. Durch Anpassung an besondere Lebensbedingungen sind die früher thätigen und wirklich arbeitenden Organe allmählich nicht mehr gebraucht worden und außer Dienst getreten. In Folge der mangelnden Uebung sind sie mehr und mehr verkümmert, trotzdem aber immer noch durch Vererbung von einer Generation auf die andere übertragen worden, bis sie endlich größtentheils oder ganz verschwanden. Wenn wir nun annehmen, daß alle oben angeführten Wirbelthiere von einem ein-

zigen gemeinsamen Stammvater abstammen, welcher zwei sehende Augen und zwei wohl entwickelte Beinpaare besaß, so erklärt sich ganz einfach der verschiedene Grad der Verkümmernng und Rückbildung dieser Organe bei solchen Nachkommen desselben, welche diese Theile nicht mehr gebrauchen konnten. Ebenso erklärt sich vollständig der verschiedene Ausbildungsgrad der ursprünglich (in der Blüthenknospe) angelegten fünf Staubfäden bei den Labiaten, wenn wir annehmen, daß alle Pflanzen dieser Familie von einem gemeinsamen, mit fünf Staubfäden ausgestatteten Stammvater abstammen.

Ich habe Ihnen die Erscheinung der rudimentären Organe schon jetzt etwas ausführlicher vorgeführt, weil dieselbe von der allergrößten allgemeinen Bedeutung ist, und weil sie uns auf die großen, allgemeinen, tiefliegenden Grundfragen der Philosophie und der Naturwissenschaft hinführt, für deren Lösung die Descendenz-Theorie nunmehr der unentbehrliche Leitstern geworden ist. Sobald wir nämlich, dieser Theorie entsprechend, die ausschließliche Wirksamkeit physikalisch-chemischer Ursachen ebenso in der lebenden (organischen) Körperwelt, wie in der sogenannten leblosen (anorganischen) Natur anerkennen, so räumen wir damit jener Weltanschauung die ausschließliche Herrschaft ein, welche man mit dem Namen der *m e c h a n i s c h e n* bezeichnen kann, und welche gegenübersteht der *t e l e o l o g i s c h e n* Auffassung. Wenn Sie alle Weltanschauungsformen der verschiedenen Völker und Zeiten mit einander vergleichend zusammenstellen, können Sie dieselben schließlich alle in zwei schroff gegenüberstehende Gruppen bringen: eine *c a u s a l e* oder *m e c h a n i s t i s c h e* und eine *t e l e o l o g i s c h e* oder *v i t a l i s t i s c h e*. Die letztere war in der Biologie bisher allgemein herrschend. Man sah danach das Thierreich und das Pflanzenreich als Produkte einer zweckmäßig wirksamen, schöpferischen Thätigkeit an. Bei dem Anblick jedes Organismus schien sich zunächst unabweislich die Ueberzeugung aufzudrängen, daß eine so künstliche Maschine, ein so verwickelter Bewegungs-Apparat, wie es der Organismus ist, nur hervorgebracht werden könne durch eine Thätigkeit, welche analog, obwohl unendlich viel vollkommener ist, als die Thätigkeit des Menschen

bei der Konstruktion seiner Maschinen. Wie erhaben man auch die früheren Vorstellungen des Schöpfers und seiner schöpferischen Thätigkeit fassen, wie sehr man sie aller menschlichen Analogie entkleiden mag, so bleibt doch im letzten Grunde bei der teleologischen Naturauffassung diese Analogie unabweislich und nothwendig. Man muß sich im Grunde dann immer den Schöpfer selbst als einen Organismus vorstellen, als ein Wesen, welches, analog dem Menschen, wenn auch in unendlich vollkommenerer Form, über seine bildende Thätigkeit nachdenkt, den Plan der Maschinen entwirft, und dann mittelst Anwendung geeigneter Materialien diese Maschinen zweckentsprechend ausführt. Alle diese Vorstellungen leiden nothwendig an der Grundschwäche des Anthropomorphismus oder der Vermenschlichung. Es werden dabei, wie hoch man sich auch den Schöpfer vorstellen mag, demselben die menschlichen Attribute beigelegt, einen Plan zu entwerfen und danach den Organismus zweckmäßig zu construiren. Das wird auch von derjenigen Anschauung, welche Darwin's Lehre am schroffsten gegenüber steht, und welche unter den Naturforschern ihren bedeutendsten Vertreter in Agassiz gefunden hat, ganz klar ausgesprochen. Das berühmte Werk (Essay on classification) von Agassiz⁵⁾, welches dem Darwin'schen Werke vollkommen entgegengesetzt ist, und fast gleichzeitig erschien, hat ganz folgerichtig jene absurden anthropomorphischen Vorstellungen vom Schöpfer bis zum höchsten Grade ausgebildet.

Was nun jene vielgerühmte Zweckmäßigkeit in der Natur betrifft, so ist sie überhaupt nur vorhanden für denjenigen, welcher die Erscheinungen im Thier- und Pflanzenleben durchaus oberflächlich betrachtet. Schon jene rudimentären Organe mußten dieser Lehre einen harten Stoß versetzen. Jeder aber, der tiefer in die Organisation und Lebensweise der verschiedenen Thiere und Pflanzen eindringt, der sich mit der Wechselwirkung der Lebenserscheinungen und der sogenannten „Ökonomie der Natur“ vertrauter macht, kommt nothwendig zu der Anschauung, daß diese Zweckmäßigkeit nicht existirt, so wenig als etwa die vielgerühmte Allgüte des Schöpfers. Diese

optimistischen Anschauungen haben leider eben so wenig reale Begründung, als die beliebte Redensart von der „sittlichen Weltordnung“, welche durch die ganze Völkergeschichte in ironischer Weise illustirt wird. Im Mittelalter ist dafür die Herrschaft der „sittlichen“ Päpste und ihrer frommen Inquisition nicht weniger bezeichnend, als in der Gegenwart der herrschende Militarismus mit seinem „sittlichen“ Apparate von Zündnadeln und anderen raffinirten Mordwaffen.

Wenn Sie das Zusammenleben und die gegenseitigen Beziehungen der Pflanzen und der Thiere (mit Inbegriff des Menschen) näher betrachten, so finden Sie überall und zu jeder Zeit das Gegentheil von jenem gemüthlichen und friedlichen Beisammensein, welches die Güte des Schöpfers den Geschöpfen hätte bereiten müssen, vielmehr finden Sie überall einen schonungslosen, höchst erbitterten Kampf Aller gegen Alle. Nirgends in der Natur, wohin Sie auch Ihre Blicke lenken mögen, ist jener idyllische, von den Dichtern besungene Friede vorhanden, — vielmehr überall Kampf, Streben nach Vernichtung des Nächsten und nach Vernichtung der direkten Gegner. Leidenschaft und Selbstsucht, bewußt oder unbewußt, ist überall die Triebfeder des Lebens. Das bekannte Dichterwort:

„Die Natur ist vollkommen überall,

Wo der Mensch nicht hinkommt mit seiner Dual“

ist schön, aber leider nicht wahr. Vielmehr bildet auch in dieser Beziehung der Mensch keine Ausnahme von der übrigen Thierwelt. Die Betrachtungen, welche wir bei der Lehre vom „Kampf ums Dasein“ anzustellen haben, werden diese Behauptung zur Genüge rechtfertigen. Es war auch Darwin, welcher gerade diesen wichtigen Punkt in seiner hohen und allgemeinen Bedeutung recht klar vor Augen stellte, und derjenige Abschnitt seiner Lehre, welchen er selbst den „Kampf ums Dasein“ nennt, ist einer der wichtigsten Theile derselben.

Wenn wir also jener vitalistischen oder teleologischen Betrachtung der lebendigen Natur, welche die Thier- und Pflanzenformen als Produkte eines gütigen und zweckmäßig thätigen Schöpfers oder einer

zweckmäßig thätigen schöpferischen Naturkraft ansieht, durchaus entgegenzutreten gezwungen sind, so müssen wir uns entschieden jene Weltanschauung aneignen, welche man die mechanische oder causale nennt. Man kann sie auch als die monistische oder einheitliche bezeichnen, im Gegensatz zu der zwiespältigen oder dualistischen Anschauung, welche in jener teleologischen Weltanschauung nothwendig enthalten ist. Die mechanische Naturbetrachtung ist seit Jahrzehnten auf gewissen Gebieten der Naturwissenschaft so sehr eingebürgert, daß hier über die entgegengesetzte kein Wort mehr verloren wird. Es fällt keinem Physiker oder Chemiker, keinem Mineralogen oder Astronomen mehr ein, in den Erscheinungen, welche ihm auf seinem wissenschaftlichen Gebiete fortwährend vor Augen kommen, die Wirksamkeit eines zweckmäßig thätigen Schöpfers vorzufinden oder aufzusuchen. Man betrachtet die Erscheinungen, welche auf jenen Gebieten zu Tage treten, allgemein und ohne Widerspruch als die nothwendigen und unabänderlichen Wirkungen der physikalischen und chemischen Kräfte, welche an dem Stoffe oder der Materie haften, und insofern ist diese Anschauung rein materialistisch, in einem gewissen Sinne dieses vieldeutigen Wortes. Wenn der Physiker die Bewegungserscheinungen der Electricität oder des Magnetismus, den Fall eines schweren Körpers oder die Schwingungen der Lichtwellen verfolgt, so ist er bei dieser Arbeit durchaus davon entfernt, das Eingreifen einer übernatürlichen schöpferischen Kraft anzunehmen. In dieser Beziehung befand sich bisher die Biologie, als die Wissenschaft von den sogenannten „belebten“ Naturkörpern, in großem Gegensatz zu jenen vorher genannten anorganischen Naturwissenschaften (der Anorganologie). Zwar hat die neuere Physiologie, die Lehre von den Bewegungserscheinungen im Thier- und Pflanzenkörper, den mechanischen Standpunkt der letzteren vollkommen angenommen; allein die Morphologie, die Wissenschaft von den Formen der Thiere und der Pflanzen, schien dadurch gar nicht berührt zu werden. Die Morphologen behandelten nach wie vor, und größtentheils noch heutzutage, im Gegensatz zu jener mechanischen Betrachtung der Leistungen, die

Formen der Thiere und Pflanzen als etwas, was durchaus nicht mechanisch erklärbar sei, was nothwendig einer höheren, übernatürlichen, zweckmäßig thätigen Schöpferkraft seinen Ursprung verdanken müsse. Dabei war es ganz gleichgültig, ob man diese Schöpferkraft als persönlichen Gott anbetete, oder ob man sie Lebenskraft (*vis vitalis*) oder Endursache (*causa finalis*) nannte. In allen Fällen flüchtete man hier, um es mit einem Worte zu sagen, zum Wunder als der Erklärung. Man warf sich einer Glaubensdichtung in die Arme, welche als solche auf dem Gebiete naturwissenschaftlicher Erkenntniß durchaus keine Geltung haben kann.

Alles nun, was vor Darwin geschehen ist, um eine natürliche mechanische Auffassung von der Entstehung der Thier- und Pflanzenformen zu begründen, vermochte diese nicht zum Durchbruch und zu allgemeiner Anerkennung zu bringen. Dies gelang erst Darwins Lehre, und hierin liegt ein unermeßliches Verdienst derselben. Denn es wird dadurch die Ansicht von der Einheit der organischen und der anorganischen Natur fest begründet; und derjenige Theil der Naturwissenschaft, welcher bisher am längsten und am hartnäckigsten sich einer mechanischen Auffassung und Erklärung widersetzte, die Lehre vom Bau der lebendigen Formen, von der Bedeutung und dem Entstehen derselben, wird dadurch mit allen übrigen naturwissenschaftlichen Lehren auf einen und denselben Weg der Vollendung geführt. Es wird die Einheit aller Naturerscheinungen dadurch endgültig festgestellt.

Diese Einheit der ganzen Natur, die Beseelung aller Materie, die Untrennbarkeit der geistigen Kraft und des körperlichen Stoffes hat Goethe mit den Worten behauptet: „die Materie kann nie ohne Geist, der Geist nie ohne Materie existiren und wirksam sein“. Von den großen monistischen Philosophen aller Zeiten sind diese obersten Grundsätze der mechanischen Weltanschauung vertreten worden. Schon Demokritus von Abdera, der unsterbliche Begründer der Atomlehre, sprach dieselben fast ein halbes Jahrtausend vor Christus klar aus, ganz vorzüglich aber der große Dominikanermönch Giordano

Bruno. Dieser wurde dafür am 17. Februar 1600 in Rom von der christlichen Inquisition auf dem Scheiterhaufen verbrannt, an demselben Tage, an welchem 36 Jahre früher sein großer Landsmann und Kampfesgenosse Galilei geboren wurde. Solche Männer, die für eine große Idee leben und sterben, pflegt man als „Materialisten“ zu verketzern, ihre Gegner aber, deren Beweisgründe Tortur und Scheiterhaufen sind, als „Spiritualisten“ zu preisen.

Durch die Descendenztheorie wird es uns zum erstenmal möglich, diese Einheit der Natur so zu begründen, daß eine mechanisch-causale Erklärung auch der verwickeltsten organischen Erscheinungen z. B. der Entstehung und Einrichtung der Sinnesorgane, in der That nicht mehr Schwierigkeiten für das allgemeine Verständniß hat, als die mechanische Erklärung irgend eines physikalischen Processes, wie es z. B. die Erdbeben, die Richtungen des Windes oder die Strömungen des Meeres sind. Wir gelangen dadurch zu der äußerst wichtigen Ueberzeugung, daß alle Naturkörper, die wir kennen, gleichmäßig belebt sind, daß der Gegensatz, welchen man zwischen lebendiger und todter Körperwelt aufstellte, nicht existirt. Wenn ein Stein, frei in die Luft geworfen, nach bestimmten Gesetzen zur Erde fällt, oder wenn in einer Salzlösung sich ein Krystall bildet, so ist diese Erscheinung nicht mehr und nicht minder eine mechanische Lebenserscheinung, als das Wachsthum oder das Blühen der Pflanzen, als die Fortpflanzung oder die Sinnessthätigkeit der Thiere, als die Empfindung oder die Gedankenbildung des Menschen. In dieser Herstellung der einheitlichen oder monistischen Naturauffassung liegt das höchste und allgemeinste Verdienst der von Darwin reformirten Abstammungslehre.

Zweiter Vortrag.

Wissenschaftliche Berechtigung der Descendenztheorie. Schöpfungsgeschichte nach Linné.

Die Abstammungslehre oder Descendenztheorie als die einheitliche Erklärung der organischen Naturerscheinungen durch natürliche wirkende Ursachen. Vergleichung derselben mit Newtons Gravitationstheorie. Grenzen der wissenschaftlichen Erklärung und der menschlichen Erkenntniß überhaupt. Alle Erkenntniß ursprünglich durch sinnliche Erfahrung bedingt, aposteriori. Uebergang der aposteriorischen Erkenntnisse durch Vererbung in apriorische Erkenntnisse. Gegensatz der übernatürlichen Schöpfungshypothesen von Linné, Cuvier, Agassiz, und der natürlichen Entwicklungstheorien von Lamarck, Göthe, Darwin. Zusammenhang der ersteren mit der monistischen (mechanischen), der letzteren mit der dualistischen (teleologischen) Weltanschauung. Monismus und Materialismus. Wissenschaftlicher und sittlicher Materialismus. Schöpfungsgeschichte des Moses. Linné als Begründer der systematischen Naturbeschreibung und Artunterscheidung. Linné's Classification und binäre Nomenclatur. Bedeutung des Speciesbegriffs bei Linné. Seine Schöpfungsgeschichte. Linné's Ansicht von der Entstehung der Arten.

Meine Herren! Der Werth, den jede naturwissenschaftliche Theorie besitzt, wird sowohl durch die Anzahl und das Gewicht der zu erklärenden Gegenstände gemessen, als auch durch die Einfachheit und Allgemeinheit der Ursachen, welche als Erklärungsgründe benutzt werden. Je größer einerseits die Anzahl, je wichtiger die Bedeutung der durch die Theorie zu erklärenden Erscheinungen ist, und je einfacher andererseits, je allgemeiner die Ursachen sind, welche die Theorie zur Erklärung in Anspruch nimmt, desto höher ist ihr wissenschaftlicher

Werth, desto sicherer bedienen wir uns ihrer Leitung, desto mehr sind wir verpflichtet zu ihrer Annahme.

Denken Sie z. B. an diejenige Theorie, welche bisher als der größte Erwerb des menschlichen Geistes galt, an die Gravitationstheorie, welche der Engländer *Newton* vor 200 Jahren in seinen mathematischen Principien der Naturphilosophie begründete. Hier finden Sie das zu erklärende Object so groß angenommen als Sie es nur denken können. Er unternahm es, die Bewegungerscheinungen der Planeten und den Bau des Weltgebäudes auf mathematische Gesetze zurückzuführen. Als die höchst einfache Ursache dieser verwickelten Bewegungerscheinungen begründete *Newton* das Gesetz der Schwere oder der Massenanziehung, dasselbe, welches die Ursache des Falles der Körper, der Adhäsion, der Cohäsion und vieler anderen Erscheinungen ist.

Wenn Sie nun den gleichen Maßstab an die Theorie *Darwin's* anlegen, so müssen Sie zu dem Schluß kommen, daß diese ebenfalls zu den größten Eroberungen des menschlichen Geistes gehört, und daß sie sich unmittelbar neben die Gravitationstheorie *Newton's* stellen kann. Vielleicht erscheint Ihnen dieser Ausspruch übertrieben oder wenigstens sehr gewagt; ich hoffe Sie aber im Verlauf dieser Vorträge zu überzeugen, daß diese Schätzung nicht zu hoch gegriffen ist. In der vorigen Stunde wurden bereits einige der wichtigsten und allgemeinsten Erscheinungen aus der organischen Natur namhaft gemacht, welche durch *Darwin's* Theorie erklärt werden. Dahin gehören vor Allen die Formveränderungen, welche die individuelle Entwicklung der Organismen begleiten, äußerst mannichfaltige und verwickelte Erscheinungen, welche bisher einer mechanischen Erklärung, d. h. einer Zurückführung auf wirkende Ursachen die größten Schwierigkeiten in den Weg legten. Wir haben die rudimentären Organe erwähnt, jene außerordentlich merkwürdigen Einrichtungen in den Thier- und Pflanzenkörpern, welche keinen Zweck haben, welche jede teleologische, jede nach einem Endzweck des Organismus suchende Erklärung vollständig widerlegen. Es ließe sich noch eine große An-

zahl von anderen Erscheinungen anführen, die nicht minder wichtig sind, die bisher nicht minder räthselhaft erschienen, und die in der einfachsten Weise durch die von Darwin reformirte Abstammungslehre erklärt werden. Ich erwähne vorläufig noch die Erscheinungen, welche uns die geographische Verbreitung der Thier- und Pflanzenarten auf der Oberfläche unseres Planeten, sowie die geologische Vertheilung der ausgestorbenen und versteinerten Organismen in den verschiedenen Schichten der Erdrinde darbietet. Auch diese wichtigen paläontologischen und geographischen Gesetze, welche wir bisher nur als Thatfachen kannten, werden durch die Abstammungslehre in ihren wirkenden Ursachen erkannt. Dasselbe gilt ferner von allen allgemeinen Gesetzen der vergleichenden Anatomie, insbesondere von dem großen Gesetze der Arbeitstheilung oder Sonderung (Polymorphismus oder Differenzirung), einem Gesetze, welches ebenso in der ganzen menschlichen Gesellschaft, wie in der Organisation des einzelnen Thier- und Pflanzenkörpers die wichtigste gestaltende Ursache ist, diejenige Ursache, welche ebenso eine immer größere Mannichfaltigkeit, wie eine fortschreitende Entwicklung der organischen Formen bedingt. In gleicher Weise, wie dieses bisher nur als Thatfache erkannte Gesetz der Arbeitstheilung, wird auch das Gesetz der fortschreitenden Entwicklung, oder das Gesetz des Fortschritts, welches wir ebenso in der Geschichte der Völker, wie in der Geschichte der Thiere und Pflanzen überall wirksam wahrnehmen, in seinem Ursprung durch die Abstammungslehre erklärt. Und wenn Sie endlich Ihre Blicke auf das große Ganze der organischen Natur richten, wenn Sie vergleichend alle einzelnen großen Erscheinungsgruppen dieses ungeheuren Lebensgebietes zusammenfassen, so stellt sich Ihnen dasselbe im Lichte der Abstammungslehre nicht mehr als das künstlich ausgedachte Werk eines planmäßig bauenden Schöpfers dar, sondern als die nothwendige Folge wirkender Ursachen, welche in der chemischen Zusammensetzung der Materie selbst und in ihren physikalischen Eigenschaften liegen.

Man kann also im weitesten Umfang behaupten, und ich werde diese Behauptung im Verlaufe meiner Vorträge rechtfertigen, daß die Abstammungslehre uns zum ersten Male in die Lage versetzt, die Gesamtheit aller organischen Naturerscheinungen auf ein einziges Gesetz zurückzuführen, eine einzige wirkende Ursache für das unendlich verwickelte Getriebe dieser ganzen reichen Erscheinungswelt aufzufinden. In dieser Beziehung stellt sie sich ebenbürtig Newton's Gravitationstheorie an die Seite; ja sie erhebt sich noch über dieselbe!

Aber auch die Erklärungsgründe sind hier nicht minder einfach, wie dort. Es sind nicht neue, bisher unbekannte Eigenschaften des Stoffes, welche Darwin zur Erklärung dieser höchst verwickelten Erscheinungswelt herbeizieht; es sind nicht etwa Entdeckungen neuer Verbindungsverhältnisse der Materien, oder neuer Organisationskräfte derselben; sondern es ist lediglich die außerordentlich geistvolle Verbindung, die synthetische Zusammenfassung und denkende Vergleichung einer Anzahl längst bekannter Thatsachen, durch welche Darwin das „heilige Räthsel“ der lebendigen Formenwelt löst. Die erste Rolle spielt dabei die Erwägung der Wechselbeziehungen, welche zwischen zwei allgemeinen Eigenschaften der Organismen bestehen, den Eigenschaften der Vererbung und der Anpassung. Lediglich durch Erwägung des Wechselverhältnisses zwischen diesen beiden Lebensthätigkeiten oder physiologischen Funktionen der Organismen, sowie ferner durch Erwägung der gegenseitigen Beziehungen, welche alle an einem und demselben Ort zusammenlebenden Thiere und Pflanzen nothwendig zu einander besitzen — lediglich durch richtige Würdigung dieser einfachen Thatsachen, und durch die geschickte Verbindung derselben ist es Darwin möglich geworden, in denselben die wahren wirkenden Ursachen (*causae efficientes*) für die unendlich verwickelte Gestaltenwelt der organischen Natur zu finden.

Wir sind nun verpflichtet, diese Theorie auf jeden Fall anzunehmen und so lange zu behaupten, bis sich eine bessere findet, die es unternimmt, die gleiche Fülle von Thatsachen ebenso einfach zu erklären. Bisher entbehrten wir einer solchen Theorie vollständig. Zwar

war der Grundgedanke nicht neu, daß alle verschiedenen Thier- und Pflanzenformen von einigen wenigen oder sogar von einer einzigen höchst einfachen Grundform abstammen müssen. Dieser Gedanke war längst ausgesprochen und zuerst von dem großen Lamarck²⁾ im Anfang unseres Jahrhunderts bestimmt formulirt worden. Allein Lamarck sprach doch eigentlich bloß die Hypothese der gemeinsamen Abstammung aus, ohne sie durch Erläuterung der wirkenden Ursachen zu begründen. Und gerade in dem Nachweis dieser Ursachen liegt der außerordentliche Fortschritt, welchen Darwin über Lamarck's Theorie hinaus gethan hat. Er fand in den physiologischen Vererbungs- und Anpassungseigenschaften der organischen Materie die wahre Ursache jenes genealogischen Verhältnisses auf. Auch konnte der geistvolle Lamarck noch nicht über das kolossale Material biologischer Thatsachen gebieten, welches durch die emsigen zoologischen und botanischen Forschungen der letzten fünfzig Jahre angesammelt und von Darwin zu einem überwältigenden Beweis-Apparat verwerthet wurde.

Die Theorie Darwins ist also nicht, wie es seine Gegner häufig darstellen, eine beliebige, aus der Luft gegriffene, bodenlose Hypothese. Es liegt nicht im Belieben der einzelnen Zoologen und Botaniker, ob sie dieselbe als erklärende Theorie annehmen wollen oder nicht. Vielmehr sind sie dazu gezwungen und verpflichtet nach dem allgemeinen, in den Naturwissenschaften überhaupt gültigen Grundsatz, daß wir zur Erklärung der Erscheinungen jede mit den wirklichen Thatsachen vereinbare, wenn auch nur schwach begründete Theorie so lange annehmen und beibehalten müssen, bis sie durch eine bessere ersetzt wird. Wenn wir dies nicht thun, so verzichten wir auf eine wissenschaftliche Erklärung der Erscheinungen, und das ist in der That der Standpunkt, den viele Biologen noch gegenwärtig einnehmen. Sie betrachten das ganze Gebiet der belebten Natur als ein vollkommenes Räthsel und halten die Entstehung der Thier- und Pflanzenarten, die Erscheinungen ihrer Entwicklung und Verwandtschaft für ganz unerklärlich, für ein Wunder; sie wollen von einem wahren Verständniß derselben überhaupt Nichts wissen.

Diejenigen Gegner Darwins, welche nicht geradezu in dieser Weise auf eine biologische Erklärung verzichten wollen, pflegen freilich zu sagen: „Darwins Lehre von dem gemeinschaftlichen Ursprung der verschiedenartigen Organismen ist nur eine Hypothese; wir stellen ihr eine andere entgegen, die Hypothese, daß die einzelnen Thier- und Pflanzenarten nicht durch Abstammung sich auseinander entwickelt haben, sondern daß sie unabhängig von einander durch ein noch unentdecktes Naturgesetz entstanden sind.“ So lange aber nicht gezeigt wird, wie diese Entstehung zu denken ist, und was das für ein „Naturgesetz“ ist, so lange nicht einmal wahrscheinliche Erklärungsgründe geltend gemacht werden können, welche für eine unabhängige Entstehung der Thier- und Pflanzenarten sprechen, so lange ist diese Gegenhypothese in der That keine Hypothese, sondern eine leere, nichts-sagende Redensart. Auch verdient Darwins Theorie nicht den Namen einer Hypothese. Denn eine wissenschaftliche Hypothese ist eine Annahme, welche sich auf unbekannte, bisher noch nicht durch die sinnliche Erfahrung wahrgenommene Eigenschaften oder Bewegungserrscheinungen der Naturkörper stützt. Darwins Lehre aber nimmt keine derartigen unbekannteten Verhältnisse an; sie gründet sich auf längst anerkannte allgemeine Eigenschaften der Organismen, und es ist, wie bemerkt, die außerordentliche geistvolle, umfassende Verbindung einer Menge bisher vereinzelt dagestandener Erscheinungen, welche dieser Theorie ihren außerordentlich hohen inneren Werth giebt. Wir gelangen durch sie zum ersten Mal in die Lage, für die Gesamtheit aller uns bekannten morphologischen Erscheinungen in der Thier- und Pflanzenwelt eine bewirkende Ursache nachzuweisen; und zwar ist diese wahre Ursache immer eine und dieselbe, nämlich die Wechselwirkung der Anpassung und der Vererbung, also ein physiologisches, d. h. ein physikalisch-chemisches oder ein mechanisches Verhältniß. Aus diesen Gründen ist die Annahme der durch Darwin mechanisch begründeten Abstammungslehre für die gesammte Zoologie und Botanik eine zwingende und unabweißbare Nothwendigkeit.

Da nach meiner Ansicht also die unermessliche Bedeutung von

Darwin's Lehre darin liegt, daß sie die bisher nicht erklärten organischen Formerscheinungen mechanisch erklärt, so ist es wohl nothwendig, hier gleich noch ein Wort über den vieldeutigen Begriff der Erklärung einzuschalten. Es wird sehr häufig Darwin's Theorie entgegengehalten, daß sie allerdings jene Erscheinungen durch die Vererbung und Anpassung vollkommen erkläre, daß dadurch aber nicht diese Eigenschaften der organischen Materie selbst erklärt werden, daß wir nicht zu den letzten Gründen gelangen. Dieser Einwurf ist ganz richtig; allein er gilt in gleicher Weise von allen Erscheinungen. Wir gelangen nirgends zu einer Erkenntniß der letzten Gründe. Die Entstehung jedes einfachen Salzkristalles, den wir beim Abdampfen einer Mutterlauge erhalten, ist uns im letzten Grunde nicht minder räthselhaft, und an sich nicht minder ungreiflich, als die Entstehung jedes Thieres, daß sich aus einer einfachen Eizelle entwickelt. Bei Erklärung der einfachsten physikalischen oder chemischen Erscheinungen, z. B. bei dem Fallen eines Steins oder bei der Bildung einer chemischen Verbindung gelangen wir durch Auffindung und Feststellung der wirkenden Ursachen, z. B. der Schwerkraft oder der chemischen Verwandtschaft, zu anderen weiter zurückliegenden Erscheinungen, die an und für sich Räthsel sind. Es liegt das in der Beschränktheit oder Relativität unseres Erkenntnißvermögens. Wir dürfen niemals vergessen, daß die menschliche Erkenntnißfähigkeit allerdings absolut beschränkt ist und nur eine relative Ausdehnung besitzt. Sie ist zunächst schon beschränkt durch die Beschaffenheit unserer Sinne und unseres Gehirns.

Ursprünglich stammt alle Erkenntniß aus der sinnlichen Wahrnehmung. Man führt wohl dieser gegenüber die angeborene, a priori gegebene Erkenntniß des Menschen an; indessen werden Sie sehen, daß sich die sogenannte apriorische Erkenntniß durch Darwin's Lehre nachweisen läßt als a posteriori erworben, in ihren letzten Gründen durch Erfahrungen bedingt. Erkenntnisse, welche ursprünglich auf rein empirischen Wahrnehmungen beruhen, also rein sinnliche Erfahrungen sind, welche aber dann eine Reihe von Generationen hindurch

vererbt werden, treten bei den jüngeren Generationen scheinbar als unabhängige, angeborene, apriorische auf. Von unseren uralten thierischen Voreltern sind alle sogenannten „Erkenntnisse a priori“ ursprünglich a posteriori gefaßt worden und erst durch Vererbung allmählich zu apriorischen geworden. Sie beruhen in letzter Instanz auf Erfahrungen, und wir können durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bestimmt nachweisen, daß in der Art, wie es gewöhnlich geschieht, Erkenntnisse a priori den Erkenntnissen a posteriori nicht entgegen zu stellen sind. Vielmehr ist die sinnliche Erfahrung die ursprüngliche Quelle aller Erkenntnisse. Schon aus diesem Grunde ist alle unsere Wissenschaft nur beschränkt, und niemals vermögen wir die letzten Gründe irgend einer Erscheinung zu erfassen. Die Krystallisationskraft, die Schwerkraft und die chemische Verwandtschaft bleiben uns, an und für sich, eben so unbegreiflich, wie die Anpassung und die Vererbung.

Wenn uns nun die Theorie Darwins die Gesamtheit aller vorhin in einem kurzen Ueberblick zusammengefaßten Erscheinungen aus einem einzigen Gesichtspunkt erklärt, wenn sie eine und dieselbe Beschaffenheit des Organismus als die wirkende Ursache nachweist, so leistet sie vorläufig Alles, was wir verlangen können. Außerdem läßt sich aber auch mit gutem Grunde hoffen, daß wir die letzten Gründe, zu welchen Darwin gelangt, nämlich die Eigenschaften der Erblichkeit und der Anpassungsfähigkeit, noch weiter werden erklären lernen, und daß wir z. B. dahin gelangen werden, die Molekularverhältnisse in der Zusammensetzung der Eiweißstoffe als die weiter zurückliegenden, einfachen Gründe jener Erscheinungen aufzudecken. Freilich ist in der nächsten Zukunft hierzu noch keine Aussicht, und wir begnügen uns vorläufig mit jener Zurückführung, wie wir uns in der Newton'schen Theorie mit der Zurückführung der Planetenbewegungen auf die Schwerkraft begnügen. Die Schwerkraft selbst ist uns ebenfalls ein Räthsel, an sich nicht erkennbar.

Bevor wir nun an unsere Hauptaufgabe, an die eingehende Erörterung der Abstammungslehre und der aus ihr sich ergebenden

Folgerungen herantreten, lassen Sie uns einen geschichtlichen Rückblick auf die wichtigsten und verbreitetsten von denjenigen Ansichten werfen, welche sich die Menschen vor Darwin über die organische Schöpfung, über die Entstehung der mannigfaltigen Thier- und Pflanzenarten gebildet hatten. Es liegt dabei keineswegs in meiner Absicht, Sie mit einem vergleichenden Ueberblick über alle die zahlreichen Schöpfungsdichtungen der verschiedenen Menschen-Arten, -Rassen und -Stämme zu unterhalten. So interessant und lohnend diese Aufgabe, sowohl in ethnographischer als in culturhistorischer Beziehung, auch wäre, so würde uns dieselbe doch hier viel zu weit führen. Auch trägt die übergroße Mehrzahl aller dieser Schöpfungsgesagen zu sehr das Gepräge willkürlicher Dichtung und des Mangels eingehender Naturbetrachtung, als daß dieselben für eine naturwissenschaftliche Behandlung der Schöpfungsgeschichte von Interesse wären. Ich werde daher von den nicht wissenschaftlich begründeten Schöpfungsgeschichten bloß die mosaische hervorheben, wegen des beispiellosen Einflusses, den sie in der abendländischen Culturwelt gewonnen, und dann werde ich sogleich zu den wissenschaftlich formulirten Schöpfungshypothesen übergehen, welche erst nach Beginn des verflossenen Jahrhunderts, mit Linné, ihren Anfang nahmen.

Alle verschiedenen Vorstellungen, welche sich die Menschen jemals von der Entstehung der verschiedenen Thier- und Pflanzenarten gemacht haben, lassen sich füglich in zwei große, entgegengesetzte Gruppen bringen, in natürliche und übernatürliche Schöpfungsgeschichten.

Diese beiden Gruppen entsprechen im Großen und Ganzen den beiden verschiedenen Hauptformen der menschlichen Weltanschauung, welche wir vorher als monistische (einheitliche) und dualistische (zweispaltige) Naturauffassung gegenüber gestellt haben. Die gewöhnliche dualistische oder teleologische (vitale) Weltanschauung muß die organische Natur als das zweckmäßig ausgeführte Product eines planvoll wirkenden Schöpfers ansehen. Sie muß in jeder einzelnen Thier- und Pflanzenart einen „verkörperten Schöpfungsgedanken“

erblicken, den materiellen Ausdruck einer zweckmäßig thätigen Endursache oder einer zweckthätigen Ursache (*causa finalis*). Sie muß nothwendig übernatürliche (nicht mechanische) Vorgänge für die Entstehung der Organismen in Anspruch nehmen. Wir dürfen sie daher mit Recht als übernatürliche Schöpfungsgeschichte bezeichnen. Von allen hierher gehörigen teleologischen Schöpfungsgeschichten gewann diejenige des Moses den größten Einfluß, da sie durch so bedeutende Naturforscher, wie Linné, selbst in der Naturwissenschaft allgemeinen Eingang fand. Auch die Schöpfungsansichten von Cuvier und Agassiz, und überhaupt von der großen Mehrzahl der Naturforscher sowohl als der Laien gehören in diese Gruppe.

Die von Darwin ausgebildete Entwicklungstheorie dagegen, welche wir hier als natürliche Schöpfungsgeschichte zu behandeln haben, und welche bereits von Goethe und Lamarck aufgestellt wurde, muß, wenn sie folgerichtig durchgeführt wird, schließlich nothwendig zu der monistischen oder mechanischen (*causalen*) Weltanschauung hinführen. Im Gegensatz zu jener dualistischen oder teleologischen Naturauffassung betrachtet dieselbe die Formen der organischen Naturkörper, ebenso wie diejenigen der anorganischen, als die nothwendigen Produkte natürlicher Kräfte. Sie erblickt in den einzelnen Thier- und Pflanzenarten nicht verkörperte Gedanken des persönlichen Schöpfers, sondern den zeitweiligen Ausdruck eines mechanischen Entwicklungsganges der Materie, den Ausdruck einer nothwendig wirkenden Ursache oder einer mechanischen Ursache (*causa efficiens*). Wo der teleologische Dualismus in den Schöpfungswundern die willkürlichen Einfälle eines launenhaften Schöpfers aufsucht, da findet der causale Monismus in den Entwicklungsprocessen die nothwendigen Wirkungen ewiger und unabänderlicher Naturgesetze.

Man hat diesen, hier von uns vertretenen Monismus auch oft für identisch mit dem Materialismus erklärt. Da man demgemäß auch den Darwinismus und überhaupt die ganze Ent-

wickelungstheorie als „materialistisch“ bezeichnet hat, so kann ich nicht umhin, schon hier mich von vorneherein gegen die Zweideutigkeit dieser Bezeichnung und gegen die Arglist, mit welcher dieselbe von gewissen Seiten zur Verfeinerung unserer Lehre benutzt wird, ausdrücklich zu verwahren.

Unter dem Ausdruck „Materialismus“ werden sehr allgemein zwei gänzlich verschiedene Dinge mit einander verwechselt und vermengt, die im Grunde gar nichts mit einander zu thun haben, nämlich der naturwissenschaftliche und der sittliche Materialismus. Der naturwissenschaftliche Materialismus, welcher mit unserem Monismus identisch ist, behauptet im Grunde weiter nichts, als daß Alles in der Welt mit natürlichen Dingen zugeht, daß jede Wirkung ihre Ursache und jede Ursache ihre Wirkung hat. Er stellt also über die Gesamtheit aller uns erkennbaren Erscheinungen das Causal-Gesetz, oder das Gesetz von dem nothwendigen Zusammenhang von Ursache und Wirkung. Er verwirft dagegen entschieden jeden Wunderglauben und jede wie immer geartete Vorstellung von übernatürlichen Vorgängen. Für ihn giebt es daher in dem ganzen Gebiete menschlicher Erkenntniß nirgends mehr eine wahre Metaphysik, sondern überall nur Physik. Für ihn ist der unzertrennliche Zusammenhang von Stoff, Form und Kraft selbstverständlich. Dieser wissenschaftliche Materialismus ist auf dem ganzen großen Gebiete der anorganischen Naturwissenschaft, in der Physik und Chemie, in der Mineralogie und Geologie, längst so allgemein anerkannt, daß kein Mensch mehr über seine alleinige Berechtigung im Zweifel ist. Ganz anders verhält es sich aber in der Biologie, in der organischen Naturwissenschaft, wo man die Geltung desselben noch fortwährend von vielen Seiten her bestreitet, ihm aber nichts Anderes, als das metaphysische Gespenst der Lebenskraft, oder gar nur theologische Dogmen, entgegenhalten kann. Wenn wir nun aber den Beweis führen können, daß die ganze erkennbare Natur nur Eine ist, daß dieselben „ewigen, ehernen, großen Gesetze“ in dem Leben der Thiere und Pflanzen, wie in dem

Wachsthum der Krystalle und in der Triebkraft des Wasserdampfes thätig sind, so werden wir auch auf dem gesammten Gebiete der Biologie, in der Zoologie wie in der Botanik, überall mit demselben Rechte den monistischen oder mechanischen Standpunkt festhalten, mag man denselben nun als „Materialismus“ verdächtigen oder nicht. In diesem Sinne ist die ganze exacte Naturwissenschaft, und an ihrer Spitze das Causalgesetz, rein „materialistisch“.

Ganz etwas Anderes als dieser naturwissenschaftliche ist der sittliche oder ethische Materialismus, der mit dem ersteren gar Nichts gemein hat. Dieser „eigentliche“ Materialismus verfolgt in seiner praktischen Lebensrichtung kein anderes Ziel, als den möglichst raffinierten Sinnengenuß. Er schwelgt in dem traurigen Wahne, daß der rein materielle Genuß dem Menschen wahre Befriedigung geben könne, und indem er diese in keiner Form der Sinnenlust finden kann, stürzt er sich schmachend von einer zur andern. Die tiefe Wahrheit, daß der eigentliche Werth des Lebens nicht im materiellen Genuß, sondern in der sittlichen That, und daß die wahre Glückseligkeit nicht in äußeren Glücksgütern, sondern nur in tugendhaftem Lebenswandel beruht, ist jenem ethischen Materialismus unbekannt. Daher sucht man denselben auch vergebens bei solchen Naturforschern und Philosophen, deren höchster Genuß der geistige Naturgenuß und deren höchstes Ziel die Erkenntniß der Naturgesetze ist. Diesen Materialismus muß man in den Palästen der Kirchenfürsten und bei allen jenen Heuchlern suchen, welche unter der äußeren Maske frommer Gottesverehrung lediglich hierarchische Tyrannei und materielle Ausbeutung ihrer Mitmenschen erstreben. Stumpf für den unendlichen Adel der sogenannten „rohen Materie“ und der aus ihr entspringenden herrlichen Erscheinungswelt, unempfindlich für die unerschöpflichen Reize der Natur, wie ohne Kenntniß von ihren Gesetzen, verfeßern dieselben die ganze Naturwissenschaft und die aus ihr entspringende Bildung als sündlichen Materialismus, während sie selbst dem letzteren in der widerlichsten Gestalt fröhnen. Nicht allein die ganze Geschichte der „unfehlbaren“ Päpste mit ihrer endlosen Kette von gräulichen Verbrechen, son-

dem auch die widerwärtige Sittengeschichte der Orthodogie in allen Religionsformen liefert Ihnen hierfür genügende Beweise.

Um nun in Zukunft die übliche Verwechslung dieses ganz verwerflichen sittlichen Materialismus mit unserem naturphilosophischen Materialismus zu vermeiden, halten wir es für nöthig, den letzteren entweder Monismus oder Realismus zu nennen. Das Princip dieses Monismus ist dasselbe, was Kant das „Princip des Mechanismus“ nennt, und von dem er ausdrücklich erklärt, daß es ohne dasselbe überhaupt keine Naturwissenschaft geben könne. Dieses Princip ist von unserer „natürlichen Schöpfungsgeschichte“ ganz untrennbar, und kennzeichnet dieselbe gegenüber dem teleologischen Wunderglauben der übernatürlichen Schöpfungsgeschichte.

Lassen Sie uns nun zunächst einen Blick auf die wichtigste von allen übernatürlichen Schöpfungsgeschichten werfen, diejenige des Moses, wie sie uns durch die alte Geschichts- und Gesetzesurkunde des jüdischen Volkes, durch die Bibel, überliefert worden ist. Bekanntlich ist die mosaische Schöpfungsgeschichte, wie sie im ersten Capitel der Genesis den Eingang zum alten Testament bildet, in der ganzen jüdischen und christlichen Kulturwelt bis auf den heutigen Tag in allgemeiner Geltung geblieben. Dieser außerordentliche Erfolg erklärt sich nicht allein aus der engen Verbindung derselben mit den jüdischen und christlichen Glaubenslehren, sondern auch aus dem einfachen und natürlichen Idengegang, welcher dieselbe durchzieht, und welcher vortheilhaft gegen die bunte Schöpfungsmythologie der meisten anderen Völker des Alterthums absteht. Zuerst schafft Gott der Herr die Erde als anorganischen Weltkörper. Dann scheidet er Licht und Finsterniß, darauf Wasser und Festland. Nun erst ist die Erde für Organismen bewohnbar geworden und es werden zunächst die Pflanzen, später erst die Thiere erschaffen, und zwar von den letzteren zuerst die Bewohner des Wassers und der Luft, später erst die Bewohner des Festlands. Endlich zuletzt von allen Organismen schafft Gott den Menschen, sich selbst zum Ebenbilde und zum Beherrscher der Erde.

Zwei große und wichtige Grundgedanken der natürlichen Ent-

wicklungstheorie treten uns in dieser Schöpfungshypothese des Moses mit überraschender Klarheit und Einfachheit entgegen, der Gedanke der Sonderung oder Differenzirung, und der Gedanke der fortschreitenden Entwicklung oder Vervollkommnung. Obwohl Moses diese großen Gesetze der organischen Entwicklung, die wir später als nothwendige Folgerungen der Abstammungslehre nachweisen werden, als die unmittelbare Bildungsthätigkeit eines gestaltenden Schöpfers ansieht, liegt doch darin der erhabnere Gedanke einer fortschreitenden Entwicklung und Differenzirung der ursprünglich einfachen Materie verborgen. Wir können daher dem großartigen Naturverständnis des jüdischen Gesetzgebers und der einfach natürlichen Fassung seiner Schöpfungshypothese unsere gerechte und aufrichtige Bewunderung zollen, ohne darin eine sogenannte „göttliche Offenbarung“ zu erblicken. Daß sie dies nicht sein kann, geht einfach schon daraus hervor, daß darin zwei große Grundirrhümer behauptet werden, nämlich erstens der geocentrische Irrthum, daß die Erde der feste Mittelpunkt der ganzen Welt sei, um welchen sich Sonne, Mond, und Sterne bewegen; und zweitens der anthropocentrische Irrthum, daß der Mensch das vorbedachte Endziel der irdischen Schöpfung sei, für dessen Dienst die ganze übrige Natur nur geschaffen sei. Der erstere Irrthum wurde durch Kopernikus' Weltssystem im Beginn des sechszehnten, der letztere durch Lamarck's Abstammungslehre im Beginn des neunzehnten Jahrhunderts vernichtet.

Trotzdem durch Kopernikus bereits der geocentrische Irrthum der mosaïschen Schöpfungsgeschichte nachgewiesen und damit die Autorität derselben als einer absolut vollkommenen göttlichen Offenbarung aufgehoben wurde, erhielt sich dieselbe dennoch bis auf den heutigen Tag in solchem Ansehen, daß sie in weiten Kreisen das Haupthinderniß für die Annahme einer natürlichen Entwicklungstheorie bildet. Bekanntlich haben selbst viele Naturforscher noch in unserem Jahrhundert versucht, dieselbe mit den Ergebnissen der neueren Naturwissenschaft, insbesondere der Geologie, in Einklang zu bringen, und z. B. die sieben Schöpfungstage des Moses als sieben große

geologische Perioden gedeutet. Indessen sind alle diese künstlichen Deutungsversuche so vollkommen verfehlt, daß sie hier keiner Widerlegung bedürfen. Die Bibel ist kein naturwissenschaftliches Werk, sondern eine Geschichts-, Gesetzes- und Religionsurkunde des jüdischen Volkes, deren hoher culturgehichtlicher Werth dadurch nicht geschmälert wird, daß sie in allen naturwissenschaftlichen Fragen ohne maßgebende Bedeutung und voll von groben Irrthümern ist.

Wir können nun einen großen Sprung von mehr als drei Jahrtausenden machen, von Moses, welcher ungefähr um das Jahr 1480 vor Christus starb, bis auf Linné, welcher 1707 nach Christus geboren wurde. Während dieses ganzen Zeitraums wurde keine Schöpfungsgeschichte aufgestellt, welche eine bleibende Bedeutung gewann, oder deren nähere Betrachtung an diesem Orte von Interesse wäre. Insbesondere während der letzten 1500 Jahre, als das Christenthum die Weltherrschaft gewann, blieb die mit dessen Glaubenslehren verknüpfte mosaische Schöpfungsgeschichte so allgemein herrschend, daß erst das neunzehnte Jahrhundert sich entschieden dagegen aufzulehnen wagte. Selbst der große schwedische Naturforscher Linné, der Begründer der neueren Naturgeschichte, schloß sich in seinem Natursystem auf das Engste an die Schöpfungsgeschichte des Moses an.

Der außerordentliche Fortschritt, welchen Karl Linné in den sogenannten beschreibenden Naturwissenschaften that, besteht bekanntlich in der Aufstellung eines Systems der Thier- und Pflanzenarten, welches er in so folgerichtiger und logisch vollendeter Form durchführte, daß es bis auf den heutigen Tag in vielen Beziehungen die Richtschnur für alle folgenden, mit den Formen der Thiere und Pflanzen sich beschäftigenden Naturforscher geblieben ist. Obgleich das System Linné's ein künstliches war, obgleich er für die Klassifikation der Thier- und Pflanzenarten nur einzelne Theile als Eintheilungsgrundlagen hervor suchte und anwendete, hat dennoch dieses System sich den größten Erfolg errungen, erstens durch seine konsequente Durchführung, und zweitens durch seine ungemein wichtig gewordene Benennungsweise der Naturkörper, auf welche wir hier nothwendig sogleich

einen Blick werfen müssen. Nachdem man nämlich vor Linné sich vergeblich abgemüht hatte, in das unendliche Chaos der schon damals bekannten verschiedenen Thier- und Pflanzenformen durch irgend eine passende Namengebung und Zusammenstellung Licht zu bringen, gelang es Linné durch Aufstellung der sogenannten „binären Nomenklatur“ mit einem glücklichen Griff diese wichtige und schwierige Aufgabe zu lösen. Die binäre Nomenklatur oder die zweifache Benennung, wie sie Linné zuerst aufstellte, wird noch heutigen Tages ganz allgemein von allen Zoologen und Botanikern angewendet und wird sich unzweifelhaft sehr lange noch in gleicher Geltung erhalten. Sie besteht darin, daß jede Thier- und Pflanzenart mit zwei Namen bezeichnet wird, welche sich ähnlich verhalten, wie Tauf- und Familiennamen der menschlichen Individuen. Der besondere Name, welcher dem menschlichen Taufnamen entspricht, und welcher den Begriff der Art (Species) ausdrückt, dient zur gemeinschaftlichen Bezeichnung aller thierischen oder pflanzlichen Einzelwesen, welche in allen wesentlichen Formeigenschaften sich gleich sind, und sich nur durch ganz untergeordnete Merkmale unterscheiden. Der allgemeinere Name dagegen, welcher dem menschlichen Familiennamen entspricht, und welcher den Begriff der Gattung (Genus) ausdrückt, dient zur gemeinschaftlichen Bezeichnung aller nächst ähnlichen Arten oder Species. Der allgemeinere, umfassende Genußname wird nach Linné's allgemein gültiger Benennungsweise vorangesezt; der besondere, untergeordnete Speciesname folgt ihm nach. So z. B. heißt die Hauskatze *Felis domestica*, die wilde Katze *Felis catus*, der Panther *Felis pardus*, der Jaguar *Felis onca*, der Tiger *Felis tigris*, der Löwe *Felis leo*; alle sechs Raubthierarten sind verschiedene Species eines und desselben Genus: *Felis*. Oder, um ein Beispiel aus der Pflanzenwelt hinzuzufügen, so heißt nach Linné's Benennung die Fichte *Pinus abies*, die Tanne *Pinus picea*, die Lärche *Pinus larix*, die Pinie *Pinus pinea*, die Zirbelfiefer *Pinus cembra*, das Knieholz *Pinus mughus*, die gewöhnliche Kiefer *Pinus silvestris*; alle sieben Nadelholzarten sind verschiedene Species eines und desselben Genus: *Pinus*.

Vielleicht scheint Ihnen dieser von Linné herbeigeführte Fortschritt in der praktischen Unterscheidung und Benennung der vielgestaltigen Organismen nur von untergeordneter Wichtigkeit zu sein. Allein in Wirklichkeit war er von der allergrößten Bedeutung, und zwar sowohl in praktischer als in theoretischer Beziehung. Denn es wurde nun erst möglich, die Unmasse der verschiedenartigen organischen Formen nach dem größeren und geringeren Grade ihrer Ähnlichkeit zusammenzustellen und übersichtlich in dem Fachwerk des Systems zu ordnen. Die Registratur dieses Fachwerks machte Linné dadurch noch übersichtlicher, daß er die nächstähnlichen Gattungen (Genera) in sogenannte Ordnungen (Ordines) zusammenstellte, und daß er die nächstähnlichen Ordnungen in noch umfassenderen Hauptabtheilungen, den Klassen (Classes) vereinigte. Es zerfiel also zunächst jedes der beiden organischen Reiche nach Linné in eine geringe Anzahl von Klassen; das Pflanzenreich in 24 Klassen, das Thierreich in 6 Klassen. Jede Klasse enthielt wieder mehrere Ordnungen. Jede einzelne Ordnung konnte eine Mehrzahl von Gattungen und jede einzelne Gattung wiederum mehrere Arten enthalten.

Nicht minder bedeutend aber, als der unschätzbare praktische Nutzen, welcher Linné's binäre Nomenklatur sofort für eine übersichtliche systematische Unterscheidung, Benennung, Anordnung und Eintheilung der organischen Formenwelt hatte, war der unberechenbare theoretische Einfluß, welchen dieselbe alsbald auf die gesammte allgemeine Beurtheilung der organischen Formen, und ganz besonders auf die Schöpfungsgeschichte gewann. Noch heute drehen sich alle die wichtigen Grundfragen, welche wir vorher kurz erörterten, zuletzt um die Entscheidung der scheinbar sehr abgelegenen und unwichtigen Vorfrage, was denn eigentlich die Art oder Species ist? Noch heute kann der Begriff der organischen Species als der Angelpunkt der ganzen Schöpfungsfrage bezeichnet werden, als der streitige Mittelpunkt, um dessen verschiedene Auffassung sich alle Darwinisten und Antidarwinisten herumschlagen.

Nach der Meinung Darwins und seiner Anhänger sind die

verschiedenen Species einer und derselben Gattung von Thieren und Pflanzen weiter nichts, als verschiedenartig entwickelte Abkömmlinge einer und derselben ursprünglichen Stammform. Die verschiedenen vorhin genannten Nadelholzarten würden demnach von einer einzigen ursprünglichen Pinusform abstammen. Ebenso würden alle oben angeführten Kiefernarten aus einer einzigen gemeinsamen Felsform ihren Ursprung ableiten, dem Stammvater der ganzen Gattung. Weiterhin müßten dann aber, der Abstammungslehre entsprechend, auch alle verschiedenen Gattungen einer und derselben Ordnung von einer einzigen gemeinschaftlichen Urform abstammen, und ebenso endlich alle Ordnungen einer Klasse von einer einzigen Stammform.

Nach der entgegengesetzten Vorstellung der Gegner Darwins sind dagegen alle Thier- und Pflanzenspecies ganz unabhängig von einander, und nur die Einzelwesen oder Individuen einer jeden Species stammen von einer einzigen gemeinsamen Stammform ab. Fragen wir sie nun aber, wie sie sich denn diese ursprünglichen Stammformen der einzelnen Arten entstanden denken, so antworten sie uns mit einem Sprung in das Unbegreifliche: „sie sind als solche geschaffen worden.“

Linné selbst bestimmte den Begriff der Species bereits in dieser Weise, indem er sagte: „Es giebt soviel verschiedene Arten, als im Anfang verschiedene Formen von dem unendlichen Wesen erschaffen worden sind.“ („Species tot sunt diversae, quot diversae formas ab initio creavit infinitum ens.“) Er schloß sich also in dieser Beziehung aufs Engste an die mosaische Schöpfungsgeschichte an, welche ja ebenfalls die Pflanzen und Thiere „ein jegliches nach seiner Art“ erschaffen werden läßt. Näher hierauf eingehend, meinte Linné, daß ursprünglich von jeder Thier- und Pflanzenart entweder ein einzelnes Individuum oder ein Pärchen geschaffen worden sei; und zwar ein Pärchen, oder wie Moses sagt: „ein Männlein und ein Fräulein“ von jenen Arten, welche getrennte Geschlechter haben; für jene Arten dagegen, bei welchen jedes Individuum beiderlei Geschlechtsorgane in sich vereinigt (Hermaphroditen oder Zwitter) wie z. B. die

Regenwürmer, die Garten- und Weinbergsschnecken, sowie die große Mehrzahl der Gewächse, meinte Linné, sei es hinreichend, wenn ein einzelnes Individuum erschaffen worden sei. Linné schloß sich weiterhin an die mosaische Legende auch in Betreff der Sündfluth an, indem er annahm, daß bei dieser großen allgemeinen Ueberschwemmung alle vorhandenen Organismen ertränkt worden seien, bis auf jene wenigen Individuen von jeder Art (sieben Paar von den Vögeln und von dem reinen Vieh, ein Paar von dem unreinen Vieh), welche in der Arche Noah gerettet und nach beendigter Sündfluth auf dem Ararat an das Land gesetzt wurden. Die geographische Schwierigkeit des Zusammenlebens der verschiedensten Thiere und Pflanzen suchte er sich dadurch zu erklären: der Ararat in Armenien, in einem warmen Klima gelegen, und bis über 16,000 Fuß Höhe aufsteigend, vereinigt in sich die Bedingungen für den zeitweiligen gemeinsamen Aufenthalt auch solcher Thiere, die in verschiedenen Zonen leben. Es konnten zunächst also die an das Polarlima gewöhnten Thiere auf den kalten Gebirgsrücken hinaufklettern, die an das warme Klima gewöhnten an den Fuß hinabgehen, und die Bewohner der gemäßigten Zone in der Mitte der Berghöhe sich aufhalten. Von hier aus war die Möglichkeit gegeben, sich über die Erde nach Norden und Süden zu verbreiten.

Es ist wohl kaum nöthig zu bemerken, daß diese Schöpfungshypothese Linné's, welche sich offenbar möglichst eng an den herrschenden Bibelglauben anzuschließen suchte, keiner ernstlichen Widerlegung bedarf. Wenn man die sonstige Klarheit des scharfsinnigen Linné erwägt, darf man vielleicht zweifeln, daß er selbst daran glaubte. Was die gleichzeitige Abstammung aller Individuen einer jeden Species von je einem Elternpaare (oder bei den hermaphroditischen Arten von je einem Stammzwitter) betrifft, so ist sie offenbar ganz unhaltbar; denn abgesehen von anderen Gründen, würden schon in den ersten Tagen nach geschעהner Schöpfung die wenigen Raubthiere ausgereicht haben, sämmtlichen Pflanzenfressern den Garauß zu machen, wie die pflanzenfressenden Thiere die wenigen Individuen

der verschiedenen Pflanzenarten hätten zerstören müssen. Ein solches Gleichgewicht in der Oekonomie der Natur, wie es gegenwärtig existirt, konnte unmöglich stattfinden, wenn von jeder Art nur ein Individuum oder nur ein Paar ursprünglich und gleichzeitig geschaffen wurde.

Wie wenig übrigens Linné auf diese unhaltbare Schöpfungshypothese Gewicht legte, geht unter Anderem daraus hervor, daß er die Bastarderzeugung (Hybridismus) als eine Quelle der Entstehung neuer Arten anerkannte. Er nahm an, daß eine große Anzahl von selbstständigen neuen Species auf diesem Wege, durch geschlechtliche Vermischung zweier verschiedener Species, entstanden sei. In der That kommen solche Bastarde (Hybridae) durchaus nicht selten in der Natur vor, und es ist jetzt erwiesen, daß eine große Anzahl von Arten z. B. aus den Gattungen der Brombeere (*Rubus*), des Wollfrauts (*Verbascum*), der Weide (*Salix*), der Distel (*Cirsium*) Bastarde von verschiedenen Arten dieser Gattungen sind. Ebenso kennen wir Bastarde von Hasen und Kaninchen (zwei Species der Gattung *Lepus*), ferner Bastarde verschiedener Arten der Hundegattung (*Canis*) u. s. w., welche als selbstständige Arten sich fortzupflanzen im Stande sind.

Es ist gewiß sehr bemerkenswerth, daß Linné bereits die physiologische (also mechanische) Entstehung von neuen Species auf diesem Wege der Bastardzeugung behauptete. Offenbar steht dieselbe in unvereinbarem Gegensatz mit der übernatürlichen Entstehung der andern Species durch Schöpfung, welche er der mosaïschen Schöpfungsgeschichte gemäß annahm. Die eine Abtheilung der Species würde demnach durch dualistische (teleologische) Schöpfung, die andere durch monistische (mechanische) Entwicklung entstanden sein.

Das große und wohlverdiente Ansehen, welches sich Linné durch seine systematische Klassifikation und durch seine übrigen Verdienste um die Biologie erworben hatte, war offenbar die Ursache, daß auch seine Schöpfungsansichten das ganze vorige Jahrhundert hindurch unangefochten in voller und ganz allgemeiner Geltung blieben. Wenn nicht die ganze systematische Zoologie und Botanik die

von Linné eingeführte Unterscheidung, Klassifikation und Benennung der Arten, und den damit verbundenen dogmatischen Speciesbegriff mehr oder minder unverändert beibehalten hätte, würde man nicht begreifen, daß seine Vorstellung von einer selbstständigen Schöpfung der einzelnen Species selbst bis auf den heutigen Tag ihre Herrschaft behaupten konnte. Nur durch die große Autorität Linné's und durch seine Anlehnung an den herrschenden Bibelglauben war die Erhaltung seiner Schöpfungshypothese bis auf unsere Zeit möglich.

Dritter Vortrag.

Schöpfungsgeschichte nach Cuvier und Agassiz.

Allgemeine theoretische Bedeutung des Speciesbegriffs. Unterschied in der theoretischen und praktischen Bestimmung des Artbegriffs. Cuviers Definition der Species. Cuviers Verdienste als Begründer der vergleichenden Anatomie. Unterscheidung der vier Hauptformen (Typen oder Zweige) des Thierreichs durch Cuvier und Bär. Cuviers Verdienste um die Paläontologie. Seine Hypothese von den Revolutionen des Erdballs und den durch dieselben getrennten Schöpfungsperioden. Unbekannte, übernatürliche Ursachen dieser Revolutionen und der darauf folgenden Neuschöpfungen. Teleologisches Natursystem von Agassiz. Seine Vorstellungen vom Schöpfungsplane und dessen sechs Kategorien (Gruppenstufen des Systems). Agassiz' Ansichten von der Erschaffung der Species. Grobe Vermenschlichung (Anthropomorphismus) des Schöpfers in der Schöpfungshypothese von Agassiz. Innere Unhaltbarkeit derselben und Widersprüche mit den von Agassiz entdeckten wichtigen paläontologischen Gesetzen.

Meine Herren! Der entscheidende Schwerpunkt in dem Meinungskampfe, der von den Naturforschern über die Entstehung der Organismen, über ihre Schöpfung oder Entwicklung geführt wird, liegt in den Vorstellungen, welche man sich von dem Wesen der Art oder Species macht. Entweder hält man mit Linné die verschiedenen Arten für selbstständige, von einander unabhängige Schöpfungsformen, oder man nimmt mit Darwin deren Blutverwandtschaft an. Wenn man Linné's Ansicht theilt (welche wir in dem letzten Vortrag auseinandersetzten), daß die verschiedenen organischen Species unabhängig von einander entstanden sind, daß sie keine

Blutsverwandtschaft haben, so ist man zu der Annahme gezwungen, daß dieselben selbstständig erschaffen sind; man muß entweder für jedes einzelne organische Individuum einen besonderen Schöpfungsakt annehmen (wozu sich wohl kein Naturforscher entschließen wird), oder man muß alle Individuen einer jeden Art von einem einzigen Individuum oder von einem einzigen Stammpaare ableiten, welches nicht auf natürlichem Wege entstanden, sondern durch den Nachspruch eines Schöpfers in das Dasein gerufen ist. Damit verläßt man aber das sichere Gebiet vernunftgemäßer Natur-Erkennniß und flüchtet sich in das mythologische Reich des Wunderglaubens.

Wenn man dagegen mit Darwin die Formenähnlichkeit der verschiedenen Arten auf wirkliche Blutsverwandtschaft bezieht, so muß man alle verschiedenen Species der Thier- und Pflanzenwelt als veränderte Nachkommen einer einzigen oder einiger wenigen, höchst einfachen, ursprünglichen Stammformen betrachten. Durch diese Anschauung gewinnt das natürliche System der Organismen (die baumartig verzweigte Anordnung und Eintheilung derselben in Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten) die Bedeutung eines wirklichen Stammbaums, dessen Wurzel durch jene uralten längst verschwundenen Stammformen gebildet wird. Eine wirklich naturgemäße und folgerichtige Betrachtung der Organismen kann aber auch für diese einfachsten ursprünglichen Stammformen keinen übernatürlichen Schöpfungsakt annehmen, sondern nur eine Entstehung durch Urzeugung (Archigonie oder *Generatio spontanea*). Durch Darwins Ansicht von dem Wesen der Species gelangen wir daher zu einer natürlichen Entwicklungstheorie, durch Linné's Auffassung des Artbegriffs dagegen zu einem übernatürlichen Schöpfungsdogma.

Die meisten Naturforscher nach Linné, dessen große Verdienste um die unterscheidende und beschreibende Naturwissenschaft ihm das höchste Ansehen gewannen, traten in seine Fußtapfen, und ohne weiter über die Entstehung der Organisation nachzudenken, nahmen sie in dem Sinne Linné's eine selbstständige Schöpfung der einzelnen

Arten an, in Uebereinstimmung mit dem mosaischen Schöpfungsbericht. Die Grundlage ihrer Speciesauffassung bildete Linné's Ausspruch: „Es gibt so viele Arten, als ursprünglich verschiedene Formen erschaffen worden sind.“ Jedoch müssen wir hier, ohne näher auf die Begriffsbestimmung der Species einzugehen, sogleich bemerken, daß alle Zoologen und Botaniker in der systematischen Praxis, bei der praktischen Unterscheidung und Benennung der Thier- und Pflanzenarten, sich nicht im Geringsten um jene angenommene Schöpfung ihrer elterlichen Stammformen kümmerten, und auch wirklich nicht kümmern konnten. In dieser Beziehung macht einer unserer ersten Zoologen, der geistvolle Friß Müller, folgende treffende Bemerkung: „Wie es in christlichen Landen eine Katechismus-Moral gibt, die Jeder im Munde führt, Niemand zu befolgen sich verpflichtet hält, oder von anderen befolgt zu sehen erwartet, so hat auch die Zoologie ihre Dogmen, die man ebenso allgemein bekennt, als in der Praxis verläugnet.“ („Für Darwin“, S. 71)¹⁶). Ein solches vernunftwidriges, aber gerade darum mächtiges Dogma, und zwar das mächtigste von allen, ist das angebetete Linné'sche Species-Dogma. Obwohl die allermeisten Naturforscher demselben blindlings sich unterwarfen, waren sie doch natürlich niemals in der Lage, die Abstammung aller zu einer Art gehörigen Individuen von jener gemeinsamen, ursprünglich erschaffenen Stammform der Art nachweisen zu können. Vielmehr bedienten sich sowohl die Zoologen als die Botaniker in ihrer systematischen Praxis ausschließlich der Formähnlichkeit, um die verschiedenen Arten zu unterscheiden und zu benennen. Sie stellten in eine Art oder Species alle organischen Einzelwesen, die einander in der Formbildung sehr ähnlich oder fast gleich waren, und die sich nur durch sehr unbedeutende Formenunterschiede von einander trennen ließen. Dagegen betrachteten sie als verschiedene Arten diejenigen Individuen, welche wesentlichere oder auffallendere Unterschiede in ihrer Körpergestalt darbieten. Natürlich war aber damit der größten Willkür in der systematischen Artunterscheidung Thür und Thor geöffnet. Denn da niemals alle Indivi-

duen einer Species in allen Stücken völlig gleich sind, vielmehr jede Art mehr oder weniger abändert (variirt), so vermochte Niemand zu sagen, welcher Grad der Abänderung eine wirkliche „gute Art“, welcher Grad bloß eine Spielart oder Rasse (Variatät) bezeichne.

Nothwendig mußte diese dogmatische Auffassung des Speciesbegriffes und die damit verbundene Willkür zu den unlösbarsten Widersprüchen und zu den unhaltbarsten Annahmen führen. Dies zeigt sich deutlich schon bei demjenigen Naturforscher, welcher nächst Linné den größten Einfluß auf die Ausbildung der Thierkunde gewann, bei dem berühmten Cuvier (geb. 1769). Er schloß sich in seiner Auffassung und Bestimmung des Speciesbegriffes im Ganzen an Linné an, und theilte seine Vorstellung von einer unabhängigen Erschaffung der einzelnen Arten. Die Unveränderlichkeit derselben hielt Cuvier für so wichtig, daß er sich bis zu dem thörichtesten Aussprüche verstieg: „die Beständigkeit der Species ist eine nothwendige Bedingung für die Existenz der wissenschaftlichen Naturgeschichte.“ Da Linné's Definition der Species ihm nicht genügte, machte er den Versuch, eine genauere und für die systematische Praxis mehr verwertbare Begriffsbestimmung derselben zu geben, und zwar in folgender Definition: „Zu einer Art gehören alle diejenigen Individuen der Thiere und der Pflanzen, welche entweder von einander oder von gemeinsamen Stammeltern bewiesenermaßen abstammen, oder welche diesen so ähnlich sind, als die letzteren unter sich.“

Cuvier dachte sich also in dieser Beziehung Folgendes: „Bei denjenigen organischen Individuen, von denen wir wissen, sie stammen von einer und derselben Elternform ab, bei denen also ihre gemeinsame Abstammung empirisch erwiesen ist, leidet es keinen Zweifel, daß sie zu einer Art gehören, mögen dieselben nun wenig oder viel von einander abweichen, mögen sie fast gleich oder sehr ungleich sein. Ebenso gehören dann aber zu dieser Art auch alle diejenigen Individuen, welche von den letzteren (den aus gemeinsamem Stamm empirisch abgeleiteten) nicht mehr verschieden sind, als diese unter sich von einander abweichen.“ Bei näherer Betrachtung dieser Spe-

ciesdefinition Cuvier's zeigt sich sofort, daß dieselbe weder theoretisch befriedigend, noch praktisch anwendbar ist. Cuvier fing mit dieser Definition bereits an, sich in dem Kreise herum zu drehen, in welchem fast alle folgenden Definitionen der Species im Sinne ihrer Unveränderlichkeit sich bewegt haben.

Bei der außerordentlichen Bedeutung, welche George Cuvier für die organische Naturwissenschaft gewonnen hat, angesichts der fast unbeschränkten Alleinherrschaft, welche seine Ansichten während der ersten Hälfte unſers Jahrhunderts in der Thierkunde ausübten, erscheint es an dieser Stelle angemessen, seinen Einfluß noch etwas näher zu beleuchten. Es ist dies um so nöthiger, als wir in Cuvier den bedeutendsten Gegner der Abstammungslehre und der monistischen Naturauffassung zu bekämpfen haben.

Unter den vielen und großen Verdiensten Cuvier's stehen obenan diejenigen, welche er sich als Gründer der vergleichenden Anatomie erwarb. Während Linné die Unterscheidung der Arten, Gattungen, Ordnungen und Klassen meistens auf äußere Charaktere, auf einzelne, leicht auffindbare Merkmale in der Zahl, Größe, Lage und Gestalt einzelner organischer Theile des Körpers gründete, drang Cuvier viel tiefer in das Wesen der Organisation ein. Er wies große und durchgreifende Verschiedenheiten in dem inneren Bau der Thiere als die wesentliche Grundlage einer wissenschaftlichen Erkenntniß und Klassifikation derselben nach. Er unterschied natürliche Familien in den Thierklassen und er gründete auf deren vergleichende Anatomie sein natürliches System des Thierreichs.

Der Fortschritt von dem künstlichen System Linné's zu dem natürlichen System Cuvier's war außerordentlich bedeutend. Linné hatte sämtliche Thiere in eine einzige Reihe geordnet, welche er in sechs Klassen eintheilte, zwei wirbelloſe und vier Wirbelthierklassen. Er unterschied dieselben künstlich nach der Beschaffenheit des Blutes und des Herzens. Cuvier dagegen zeigte, daß man im Thierreich vier große natürliche Hauptabtheilungen unterscheiden müsse, welche er Hauptformen oder Generalpläne oder Zweige des Thierreichs (Em-

branchement) nannte, nämlich 1) die Wirbelthiere (Vertebrata), 2) die Gliedertiere (Articulata), 3) die Weichthiere (Mollusca), und 4) die Strahlthiere (Radiata). Er wies ferner nach, daß in jedem dieser vier Zweige ein eigenthümlicher Bauplan oder Typus erkennbar sei, welcher diesen Zweig von jedem der drei andern Zweige unterscheidet. Bei den Wirbelthieren ist derselbe durch die Beschaffenheit des Skelets oder Knochengerüsts, sowie durch den Bau und die Lage des Rückenmarks, abgesehen von vielen anderen Eigenthümlichkeiten, bestimmt ausgedrückt. Die Gliedertiere werden durch ihr Bauchmark und ihr Rückenherz charakterisirt. Für die Weichthiere ist die sackartige, ungegliederte Körperform bezeichnend. Die Strahlthiere endlich unterscheiden sich von den drei andern Hauptformen durch die Zusammensetzung ihres Körpers aus vier oder mehreren strahlenförmig vereinigten Hauptabschnitten (Antimeren).

Man pflegt gewöhnlich die Unterscheidung dieser vier thierischen Hauptformen, welche ungemein fruchtbar für die weitere Entwicklung der Zoologie wurde, Cuvier allein zuzuschreiben. Indessen wurde derselbe Gedanke fast gleichzeitig, und unabhängig von Cuvier, von einem der größten, noch lebenden Naturforscher ausgesprochen, von Bär, welcher um die Entwicklungsgeschichte der Thiere sich die hervorragendsten Verdienste erwarb. Bär zeigte, daß man auch in der Entwicklungsweise der Thiere vier verschiedene Hauptformen oder Typen unterscheiden müsse²⁰). Diese entsprechen den vier thierischen Bauplänen, welche Cuvier auf Grund der vergleichenden Anatomie unterschieden hatte. So z. B. stimmt die individuelle Entwicklung aller Wirbelthiere in ihren Grundzügen von Anfang an so sehr überein, daß man die Keimanlagen oder Embryonen der verschiedenen Wirbelthiere (z. B. der Reptilien, Vögel und Säugethiere) in der frühesten Zeit gar nicht unterscheiden kann. Erst im weiteren Verlaufe der Entwicklung treten allmählig die tieferen Formunterschiede auf, welche jene verschiedenen Klassen und deren Ordnungen von einander trennen. Ebenso ist die Körperanlage, welche sich bei der individuellen Entwicklung der Gliedertiere

(Insekten, Spinnen, Krebse) ausbildet, von Anfang an bei allen Gliedertieren im Wesentlichen gleich, dagegen verschieden von denjenigen aller Wirbelthiere. Dasselbe gilt mit gewissen Einschränkungen von den Weichtieren und von den Strahlthieren.

Weder Bär, welcher auf dem Wege der individuellen Entwicklungsgeschichte (oder Embryologie), noch Cuvier, welcher auf dem Wege der vergleichenden Anatomie zur Unterscheidung der vier thierischen Typen oder Hauptformen gelangte, erkannte die wahre Ursache dieses typischen Unterschiedes. Diese wird uns nur durch die Abstammungslehre enthüllt. Die wunderbare und wirklich überraschende Aehnlichkeit in der inneren Organisation, in den anatomischen Strukturverhältnissen, und die noch merkwürdigere Uebereinstimmung in der embryonalen Entwicklung bei allen Thieren, welche zu einem und demselben Typus, z. B. zu dem Zweige der Wirbelthiere, gehören, erklärt sich in der einfachsten Weise durch die Annahme einer gemeinsamen Abstammung derselben von einer einzigen Stammform. Entschlieft man sich nicht zu dieser Annahme, so bleibt jene durchgreifende Uebereinstimmung der verschiedensten Wirbelthiere im inneren Bau und in der Entwicklungsweise vollkommen unerklärlich. Sie kann nur durch die Vererbung erklärt werden.

Nächst der vergleichenden Anatomie der Thiere und der durch diese neu begründeten systematischen Zoologie, war es besonders die Versteinerungskunde oder Paläontologie, um welche sich Cuvier die größten Verdienste erwarb. Wir müssen dieser um so mehr gedenken, als gerade die paläontologischen und die damit verbundenen geologischen Ansichten Cuviers in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts sich fast allgemein im höchsten Ansehen erhielten, und der Entwicklung der natürlichen Schöpfungsgeschichte die größten Hindernisse entgegenstellten.

Die Versteinerungen oder Petrefakten, deren wissenschaftliche Kenntniß Cuvier im Anfange unseres Jahrhunderts in umfassendstem Maße förderte und für die Wirbelthiere ganz neu begründete, spielen in der „natürlichen Schöpfungsgeschichte“ eine der

wichtigsten Rollen. Denn diese in versteinertem Zustande uns erhaltenen Reste und Abdrücke von ausgestorbenen Thieren und Pflanzen sind die wahren „Denkmünzen der Schöpfung“, die untrüglichen und unanfechtbaren Urkunden, welche unsere wahrhaftige Geschichte der Organismen auf unerschütterlicher Grundlage feststellen. Alle versteinerten oder fossilen Reste und Abdrücke berichten uns von der Gestalt und dem Bau solcher Thiere und Pflanzen, welche entweder die Urahnen und die Voreltern der jetzt lebenden Organismen sind, oder aber ausgestorbene Seitenlinien, die sich von einem gemeinsamen Stamm mit den jetzt lebenden Organismen abgezweigt haben.

Diese unschätzbar werthvollen Urkunden der Schöpfungsgeschichte haben sehr lange Zeit hindurch eine höchst untergeordnete Rolle in der Wissenschaft gespielt. Allerdings wurde die wahre Natur derselben schon mehr als ein halbes Jahrtausend vor Christus ganz richtig erkannt, und zwar von dem großen griechischen Philosophen Xenophanes von Kolophon, demselben, welcher die sogenannte eleatische Philosophie begründete und zum ersten Male mit überzeugender Schärfe den Beweis führte, daß alle Vorstellungen von persönlichen Göttern nur auf mehr oder weniger grobe Anthropomorphismen oder Vermenschlichungen hinauslaufen. Xenophanes stellte zum ersten Male die Behauptung auf, daß die fossilen Abdrücke von Thieren und Pflanzen wirkliche Reste von vormalig lebenden Geschöpfen seien, und daß die Berge, in deren Gestein man sie findet, früher unter Wasser gestanden haben müßten. Aber ob schon auch andere große Philosophen des Alterthums, und unter diesen namentlich Aristoteles, jene richtige Erkenntniß theilten, blieb dennoch während des rohen Mittelalters allgemein, und bei vielen Naturforschern selbst noch im vorigen Jahrhundert, die Ansicht herrschend, daß die Versteinerungen sogenannte Naturspiele seien (*Lusus naturae*), oder Produkte einer unbekanntten Bildungskraft der Natur, eines Gestaltungstriebes (*Nisus formativus*, *Vis plastica*). Ueber das Wesen und die Thätigkeit dieser räthselhaften und

mystischen Bildungskraft machte man sich die abenteuerlichsten Vorstellungen. Einige glaubten, daß diese bildende Schöpfungskraft, dieselbe, der sie auch die Entstehung der lebenden Thier- und Pflanzenarten zuschrieben, zahlreiche Versuche gemacht habe, Organismen verschiedener Form zu schaffen; diese Versuche seien aber nur theilweise gelungen, häufig fehlgeschlagen, und solche mißglückte Versuche seien die Versteinerungen. Nach Anderen sollten die Petrefakten durch den Einfluß der Sterne im Inneren der Erde entstehen. Andere machten sich noch eine gröbere Vorstellung, daß nämlich der Schöpfer zunächst aus mineralischen Substanzen, z. B. aus Gyps oder Thon, vorläufige Modelle von denjenigen Pflanzen- und Thierformen gemacht habe, die er später in organischer Substanz ausführte, und denen er seinen lebendigen Odem einhauchte; die Petrefakten seien solche rohe, anorganische Modelle. Selbst noch im vorigen Jahrhundert waren solche rohe Ansichten verbreitet, und es wurde z. B. eine besondere „Samentluft“ (Aura seminalis) angenommen, welche mit dem Wasser in die Erde dringe und durch Befruchtung der Gesteine die Petrefakten, das „Steinfleisch“ (Caro fossilis) bilde.

Sie sehen, es dauerte gewaltig lange, ehe die einfache und naturgemäße Vorstellung zur Geltung gelangte, daß die Versteinerungen wirklich nichts Anderes seien, als das, was schon der einfache Augenschein lehrt: die unverweslichen Ueberbleibsel von gestorbenen Organismen. Zwar wagte der berühmte Maler Leonardo da Vinci schon im fünfzehnten Jahrhundert zu behaupten, daß der aus dem Wasser beständig sich absetzende Schlamm die Ursache der Versteinerungen sei, indem er die auf dem Boden der Gewässer liegenden unverweslichen Kalkschalen der Muscheln und Schnecken umschließe, und allmählich zu festem Gestein erhärte. Das Gleiche behauptete auch im sechszehnten Jahrhundert ein Pariser Töpfer, Pallissy, welcher sich durch seine Porzellanerfindung berühmt machte. Allein die sogenannten „Gelehrten von Fach“ waren weit entfernt, diese richtigen Aussprüche des einfachen gesunden Menschenverstandes zu würdigen, und erst gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts,

während der Begründung der neptunistischen Geologie durch Werner, gewannen dieselben allgemeine Geltung.

Die Begründung der strengeren wissenschaftlichen Paläontologie fällt jedoch erst in den Anfang unseres Jahrhunderts, als Cuvier seine klassischen Untersuchungen über die versteinerten Wirbelthiere, und sein großer Gegner Lamarck seine bahnbrechenden Forschungen über die fossilen wirbellosen Thiere, namentlich die versteinerten Schnecken und Muscheln, veröffentlichte. In seinem berühmten Werke „über die fossilen Knochen“ der Wirbelthiere, insbesondere der Säugethiere und Reptilien, gelangte Cuvier bereits zur Erkenntniß einiger sehr wichtigen und allgemeinen paläontologischen Gesetze, welche für die Schöpfungsgeschichte große Bedeutung gewannen. Dahin gehört vor Allen der Satz, daß die ausgestorbenen Thierarten, deren Ueberbleibsel wir in den verschiedenen, über einander liegenden Schichten der Erdrinde versteinert vorfinden, sich um so auffallender von den jetzt noch lebenden, verwandten Thierarten unterscheiden, je tiefer jene Erdschichten liegen, d. h. je früher die Thiere in der Vorzeit lebten. In der That findet man bei jedem senkrechten Durchschnitt der geschichteten Erdrinde, daß die verschiedenen, aus dem Wasser in bestimmter historischer Reihenfolge abgesetzten Erdschichten durch verschiedene Petrefakten charakterisirt sind, und daß diese ausgestorbenen Organismen denjenigen der Gegenwart um so ähnlicher werden, je weiter wir in der Schichtenfolge aufwärts steigen, d. h. je jünger die Periode der Erdgeschichte war, in der sie lebten, starben, und von den abgelagerten und erhärtenden Schlammsschichten umschlossen wurden.

So wichtig diese allgemeine Wahrnehmung Cuviers einerseits war, so wurde sie doch andererseits für ihn die Quelle eines folgenschweren Irrthums. Denn indem er die charakteristischen Versteinerungen jeder einzelnen größeren Schichtengruppe, welche während eines Hauptabschnitts der Erdgeschichte abgelagert wurde, für gänzlich verschieden von denen der darüber und der darunter liegenden Schichtengruppe hielt, indem er irrtümlich glaubte, daß niemals eine

und dieselbe Thierart in zwei auf einander folgenden Schichtengruppen sich vorfinde, gelangte er zu der falschen Vorstellung, welche für die meisten nachfolgenden Naturforscher maßgebend wurde, daß eine Reihe von ganz verschiedenen Schöpfungsperioden aufeinander gefolgt sei. Jede Periode sollte ihre ganz besondere Thier- und Pflanzenwelt, eine ihr eigenthümliche, spezifische Fauna und Flora besessen haben. Cuvier stellte sich vor, daß die ganze Geschichte der Erdrinde seit der Zeit, seit welcher überhaupt lebende Wesen auf der Erdrinde auftraten, in eine Anzahl vollkommen getrennter Perioden oder Hauptabschnitte zerfalle, und daß die einzelnen Perioden durch eigenthümliche Umwälzungen unbekannter Natur, sogenannte Revolutionen (Kataklismen oder Katastrophen) von einander geschieden seien. Jede Revolution hatte zunächst die vollkommene Vernichtung der damals lebenden Thier- und Pflanzenwelt zur Folge, und nach ihrer Beendigung fand eine vollständig neue Schöpfung der organischen Formen statt. Eine neue Welt von Thieren und Pflanzen, durchweg spezifisch verschieden von denen der vorhergehenden Geschichtsperiode, wurde mit einem Male in das Leben gerufen, und bevölkerte nun wieder eine Reihe von Jahrtausenden hindurch den Erdball, bis sie plötzlich durch den Eintritt einer neuen Revolution zu Grunde ging.

Von dem Wesen und den Ursachen dieser Revolutionen sagte Cuvier ausdrücklich, daß man sich keine Vorstellung darüber machen könne, und daß die jetzt wirksamen Kräfte der Natur zu einer Erklärung derselben nicht ausreichten. Als natürliche Kräfte oder mechanische Agentien, welche in der Gegenwart beständig, obwohl langsam, an einer Umgestaltung der Erdoberfläche arbeiten, führt Cuvier vier wirkende Ursachen auf: erstens den Regen, welcher die steilen Gebirgsabhänge abspült und Schutt an deren Fuß anhäuft; zweitens die fließenden Gewässer, welche diesen Schutt fortführen und als Schlamm im stehenden Wasser absetzen; drittens das Meer, dessen Brandung die steilen Küstenränder abnagt, und an flachen Küstensäumen Dünen aufwirft; und endlich viertens die Vulkaane, welche die Schichten der erhärteten Erdrinde durchbrechen und

in die Höhe heben, und welche ihre Auswurfsprodukte aufhäufen und umherstreuen. Während Cuvier die beständige langsame Umbildung der gegenwärtigen Erdoberfläche durch diese vier mächtigen Ursachen anerkennt, behauptet er gleichzeitig, daß dieselben nicht ausgereicht haben könnten, um die Erdrevolutionen der Vorzeit auszuführen, und daß man den anatomischen Bau der ganzen Erdrinde nicht durch die nothwendige Wirkung jener mechanischen Agentien erklären könne: vielmehr müßten jene wunderbaren, großen Umwälzungen der ganzen Erdoberfläche durch ganz eigenthümliche, und gänzlich unbekannte Ursachen bewirkt worden sein; der gewöhnliche Entwicklungsfaden sei durch diese Revolutionen zerrißen, der Gang der Natur verändert.

Diese Ansichten legte Cuvier in einem besonderen, auch ins Deutsche übersehten Buche nieder: „Ueber die Revolutionen der Erdoberfläche, und die Veränderungen, welche sie im Thierreich hervor gebracht haben“. Sie erhielten sich lange Zeit hindurch in allgemeiner Geltung, und wurden das größte Hinderniß für die Entwicklung einer natürlichen Schöpfungsgeschichte. Denn wenn wirklich solche, Alles vernichtende Revolutionen existirt hatten, so war natürlich eine Continuität der Artenentwicklung, ein zusammenhängender Faden der organischen Erdgeschichte gar nicht anzunehmen, und man mußte dann seine Zuflucht zu der Wirksamkeit übernatürlicher Kräfte, zum Eingriff von Wundern in den natürlichen Gang der Dinge nehmen. Nur durch Wunder konnten die Revolutionen der Erde herbeigeführt sein, und nur durch Wunder konnte nach deren Aufhören, am Anfange jeder neuen Periode, eine neue Thier- und Pflanzenwelt geschaffen sein. Für das Wunder hat aber die Naturwissenschaft nirgends einen Platz, sofern man unter Wunder einen Eingriff übernatürlicher Kräfte in den natürlichen Entwicklungsgang der Materie versteht.

Ebenso wie die große Autorität, welche sich Linné durch die systematische Unterscheidung und Benennung der organischen Arten gewonnen hatte, bei seinen Nachfolgern zu einer völligen Verknöcherung des dogmatischen Speciesbegriffs, und zu einem wahren Miß-

brauche der systematischen Artunterscheidung führte; ebenso wurden die großen Verdienste, welche sich Cuvier um Kenntniß und Unterscheidung der ausgestorbenen Arten erworben hatte, die Ursache einer allgemeinen Annahme seiner Revolutions- oder Katastrophenlehre, und der damit verbundenen grundfalschen Schöpfungsansichten. In Folge dessen hielten während der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts die meisten Zoologen und Botaniker an der Ansicht fest, daß eine Reihe unabhängiger Perioden der organischen Erdgeschichte existirt habe; jede Periode sei durch eine bestimmte, ihr ganz eigenthümliche Bevölkerung von Thier- und Pflanzenarten ausgezeichnet gewesen; diese sei am Ende der Periode durch eine allgemeine Revolution vernichtet, und nach dem Aufhören der letzteren wiederum eine neue, spezifisch verschiedene Thier- und Pflanzenwelt erschaffen worden. Zwar machten schon frühzeitig einzelne selbstständig denkende Köpfe, vor Allen der große Naturphilosoph Lamarck, eine Reihe von gewichtigen Gründen geltend, welche diese Kataklysmentheorie Cuviers widerlegten, und welche vielmehr auf eine ganz zusammenhängende und ununterbrochene Entwicklungsgeschichte der gesammten organischen Erdbevölkerung aller Zeiten hinwiesen. Sie behaupteten, daß die Thier- und Pflanzenarten der einzelnen Perioden von denen der nächst vorhergehenden Periode abstammen und nur die veränderten Nachkommen der ersteren seien. Indessen der großen Autorität Cuviers gegenüber vermochte damals diese richtige Ansicht noch nicht durchzudringen. Ja selbst nachdem durch Lyells 1830 erschienene, klassische Prinzipien der Geologie die Katastrophenlehre Cuviers aus dem Gebiete der Geologie gänzlich verdrängt worden war, blieb seine Ansicht von der spezifischen Verschiedenheit der verschiedenen organischen Schöpfungen trotzdem auf dem Gebiete der Paläontologie noch vielfach in Geltung. (Gen. Morph. II., 312.)

Durch einen seltsamen Zufall geschah es vor dreizehn Jahren, daß fast zu derselben Zeit, als Cuviers Schöpfungsgeschichte durch Darwins Werk ihren Todesstoß erhielt, ein anderer berühmter Naturforscher den Versuch unternahm, dieselbe von Neuem zu begründen, und

in schroffster Form als Theil eines teleologisch = theologischen Natursystems durchzuführen. Der Schweizer Geologe Louis Agassiz nämlich, welcher durch seine von Schimper und Charpentier entlehnten Gletscher- und Eiszeittheorien einen so hohen Ruf erlangt hat, und welcher seit einer Reihe von Jahren in Nordamerika lebt, begann 1858 die Veröffentlichung eines höchst großartig angelegten Werkes, welches den Titel führt: „Beiträge zur Naturgeschichte der vereinigten Staaten von Nordamerika“. Der erste Band dieser Naturgeschichte, welche durch den Patriotismus der Nordamerikaner eine für ein so großes und kostspieliges Werk unerhörte Verbreitung erhielt, führt den Titel: „Ein Versuch über Klassifikation“). Agassiz erläutert in diesem Versuche nicht allein das natürliche System der Organismen und die verschiedenen darauf abzielenden Klassifikationsversuche der Naturforscher, sondern auch alle allgemeinen biologischen Verhältnisse, welche darauf Bezug haben. Die Entwicklungsgeschichte der Organismen, und zwar sowohl die embryologische als die paläontologische, ferner die vergleichende Anatomie, sodann die allgemeine Oekonomie der Natur, die geographische und topographische Verbreitung der Thiere und Pflanzen, kurz fast alle allgemeinen Erscheinungsreihen der organischen Natur, kommen in dem Klassifikationsversuche von Agassiz zur Besprechung, und werden sämmtlich in einem Sinne und von einem Standpunkte aus erläutert, welcher demjenigen Darwins auf das Schroffste gegenübersteht. Während das Hauptverdienst Darwins darin besteht, natürliche Ursachen für die Entstehung der Thier- und Pflanzenarten nachzuweisen, und somit die mechanische oder monistische Weltanschauung auch auf diesem schwierigsten Gebiete der Schöpfungsgeschichte geltend zu machen, ist Agassiz im Gegentheil überall bestrebt, jeden mechanischen Vorgang aus diesem ganzen Gebiete völlig auszuschließen und überall den übernatürlichen Eingriff eines persönlichen Schöpfers an die Stelle der natürlichen Kräfte der Materie zu setzen, mithin eine entschieden teleologische oder dualistische Weltanschauung zur Geltung zu bringen. Schon aus diesem Grunde werden Sie es gewiß angemessen finden,

wenn ich hier auf die biologischen Ansichten von Agassiz, und insbesondere auf seine Schöpfungsvorstellungen etwas näher eingehe, um so mehr, als kein anderes Werk unserer Gegner jene wichtigen allgemeinen Grundfragen mit gleicher Ausführlichkeit behandelt, und als zugleich die völlige Unhaltbarkeit ihrer dualistischen Weltanschauung sich daraus auf das Klarste ergibt.

Die organische Art oder Species, deren verschiedenartige Auffassung wir oben als den eigentlichen Angelpunkt der entgegengesetzten Schöpfungsansichten bezeichnet haben, wird von Agassiz, ebenso wie von Cuvier und Linné, als eine in allen wesentlichen Merkmalen unveränderliche Gestalt angesehen; zwar können die Arten innerhalb enger Grenzen abändern oder variiren, aber nur in unwesentlichen, niemals in wesentlichen Eigenthümlichkeiten. Niemals können aus den Abänderungen oder Varietäten einer Art wirkliche neue Species hervorgehen. Keine von allen organischen Arten stammt also jemals von einer anderen ab; vielmehr ist jede einzelne für sich von Gott geschaffen worden. Jede einzelne Thierart ist, wie sich Agassiz ausdrückt, ein verkörperter Schöpfungsgedanke Gottes.

In schroffem Gegensatz zu der durch die paläontologische Erfahrung festgestellten Thatsache, daß die Zeitdauer der einzelnen organischen Arten eine höchst ungleiche ist, und daß viele Species unverändert durch mehrere auf einanderfolgende Perioden der Erdgeschichte hindurchgehen, während Andere nur einen kleinen Bruchtheil einer solchen Periode durchlebten, behauptet Agassiz, daß niemals eine und dieselbe Species in zwei verschiedenen Perioden vorkomme, und daß vielmehr jede einzelne Periode durch eine ganz eigenthümliche, ihr ausschließlich angehörige Bevölkerung von Thier- und Pflanzenarten charakterisirt sei. Er theilt ferner Cuviers Ansicht, daß durch die großen und allgemeinen Revolutionen der Erdoberfläche, welche je zwei auf einander folgende Perioden trennten, jene ganze Bevölkerung vernichtet und nach deren Untergang eine neue, davon specifisch verschiedene geschaffen wurde. Diese Neuschöpfung läßt Agassiz in der Weise geschehen, daß jedesmal die gesammte Erdbevölkerung in

ihrer durchschnittlichen Individuenzahl und in den der Oekonomie der Natur entsprechenden Wechselbeziehungen der einzelnen Arten vom Schöpfer als Ganzes plötzlich in die Welt gesetzt worden sei. Hiermit tritt er einem der bestbegründeten und wichtigsten Gesetze der Thier- und Pflanzengeographie entgegen, dem Gesetze nämlich, daß jede Species einen einzigen ursprünglichen Entstehungsort oder einen sogenannten Schöpfungsmittelpunkt besitzt, von dem aus sie sich über die übrige Erde allmählich verbreitet hat. Statt dessen läßt Agassiz jede Species an verschiedenen Stellen der Erdoberfläche und sogleich in einer größeren Anzahl von Individuen geschaffen werden.

Das natürliche System der Organismen, dessen verschiedene über einander geordnete Gruppenstufen oder Kategorien, die Zweige, Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten, wir der Abstammungslehre gemäß als verschiedene Aeste und Zweige des gemeinschaftlichen organischen Stammbaumes betrachten, ist nach Agassiz der unmittelbare Ausdruck des göttlichen Schöpfungsplanes, und indem der Naturforscher das natürliche System erforscht, denkt er die Schöpfungsgedanken Gottes nach. Hierin findet Agassiz den kräftigsten Beweis dafür, daß der Mensch das Ebenbild und Kind Gottes ist. Die verschiedenen Gruppenstufen oder Kategorien des natürlichen Systems entsprechen den verschiedenen Stufen der Ausbildung, welche der göttliche Schöpfungsplan erlangt hatte. Beim Entwurf und bei der Ausführung dieses Planes vertiefte sich der Schöpfer, von allgemeinsten Schöpfungsideen ausgehend, immer mehr in die besonderen Einzelheiten. Was also z. B. das Thierreich betrifft, so hatte Gott bei dessen Schöpfung zunächst vier grundverschiedene Ideen vom Thierkörper, welche er in dem verschiedenen Bauplane der vier großen Hauptformen, Typen oder Zweige des Thierreichs verkörperte, in den Wirbelthieren, Gliederthieren, Weichthieren und Strahlthieren. Indem nun der Schöpfer darüber nachdachte, in welcher Art und Weise er diese vier verschiedenen Baupläne mannichfaltig ausführen könne, schuf er zunächst innerhalb jeder der vier Hauptformen mehrere verschiedene Klassen, z. B. in der Wirbelthierform die Klassen

der Säugethiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische. Weiterhin vertiefte sich dann Gott in die einzelnen Klassen und brachte durch verschiedene Abstufungen im Bau jeder Klasse deren einzelne Ordnungen hervor. Durch weitere Variation der Ordnungsform erschuf er die natürlichen Familien. Indem der Schöpfer ferner in jeder Familie die letzten Structureigenthümlichkeiten einzelner Theile variirte, entstanden die Gattungen oder Genera. Endlich zuletzt ging Gott im weiteren Ausdenken seines Schöpfungsplanes so sehr ins Einzelne, daß die einzelnen Arten oder Species ins Leben traten. Diese sind also die verkörperten Schöpfungsgedanken der speciellsten Art. Zu bedauern ist dabei nur, daß der Schöpfer diese seine speciellsten und am tiefsten durchgedachten „Schöpfungsgedanken“ in so sehr unklarer und lockerer Form ausdrückte und ihnen einen so verschwommenen Stempel ausprägte, eine so freie Variations-Erlaubniß mitgab, daß kein einziger Naturforscher im Stande ist, die „guten“ von den „schlechten Arten“, die echten „Species“ von den Spielarten, Varietäten, Rassen u. s. w. zu unterscheiden. (Gen. Morph. II., 374.)

Sie sehen, der Schöpfer verfährt nach Agassiz' Vorstellung beim Hervorbringen der organischen Formen genau ebenso wie ein menschlicher Baukünstler, der sich die Aufgabe gestellt hat, möglichst viel verschiedene Bauwerke, zu möglichst mannichfaltigen Zwecken, in möglichst abweichendem Style, in möglichst verschiedenen Graden der Einfachheit, Pracht, Größe und Vollkommenheit auszudenken und auszuführen. Dieser Architect würde zunächst vielleicht für alle diese Gebäude vier verschiedene Style anwenden, etwa den gothischen, byzantinischen, chinesischen und Moccocostyl. In jedem dieser Style würde er eine Anzahl von Kirchen, Palästen, Kasernen, Gefängnissen und Wohnhäusern bauen. Jede dieser verschiedenen Gebäudeformen würde er in roheren und vollkommneren, in größeren und kleineren, in einfachen und prächtigen Arten ausführen u. s. w. Insofern wäre jedoch der menschliche Architect vielleicht noch besser als der göttliche Schöpfer daran, daß ihm in der Anzahl der Gruppenstufen alle Freiheit gelassen wäre. Der Schöpfer dagegen darf sich

nach Agassiz immer nur innerhalb der genannten sechs Gruppenstufen oder Kategorien bewegen, innerhalb der Art, Gattung, Familie, Ordnung, Klasse und Typus. Mehr als diese sechs Kategorien giebt es für ihn nicht.

Wenn Sie in Agassiz' Werk über die Klassifikation selbst die weitere Ausführung und Begründung dieser seltsamen Ansichten lesen, — und ich kann Ihnen dies nur empfehlen, — so werden Sie kaum begreifen, wie man mit allem Anschein wissenschaftlichen Ernstes die Vermenschlichung (den Anthropomorphismus) des göttlichen Schöpfers so weit treiben, und eben durch die Ausführung im Einzelnen bis zum verkehrtesten Unsinn ausmalen kann. In dieser ganzen Vorstellungreihe ist der Schöpfer weiter nichts als ein allmächtiger Mensch, der von Langerweile geplagt, sich mit dem Ausdenken und Aufbauen möglichst mannichfaltiger Spielzeuge, der organischen Arten, belustigt. Nachdem er sich mit denselben eine Reihe von Jahrtausenden hindurch unterhalten, werden sie ihm langweilig; er vernichtet sie durch eine allgemeine Revolution der Erdoberfläche, indem er das ganze unnütze Spielzeug in Haufen zusammenwirft; dann ruft er, um sich an etwas Neuem und Besserem die Zeit zu vertreiben, eine neue und vollkommnere Thier- und Pflanzenwelt ins Leben. Um jedoch nicht die Mühe der ganzen Schöpfungsarbeit von vorn anzufangen, behält er immer den einmal ausgedachten Schöpfungsplan im Großen und Ganzen bei, und schafft nur lauter neue Arten, oder höchstens neue Gattungen, viel seltener neue Familien, Ordnungen oder gar Klassen. Zu einem neuen Typus oder Style bringt er es nie. Dabei bleibt er immer streng innerhalb jener sechs Kategorien oder Gruppenstufen.

Nachdem der Schöpfer so nach Agassiz' Ansicht sich Millionen von Jahrtausenden hindurch mit dem Aufbauen und Zerstören einer Reihe verschiedener Schöpfungen unterhalten hatte, kommt er endlich zuletzt — obwohl sehr spät! — auf den guten Gedanken, sich seinesgleichen zu erschaffen, und er formt den Menschen nach seinem Ebenbilde! Hiermit ist das Endziel aller Schöpfungsgeschichte erreicht und

die Reihe der Erdrevolutionen abgeschlossen. Der Mensch, das Kind und Ebenbild Gottes, giebt demselben so viel zu thun, macht ihm so viel Vergnügen und Mühe, daß er nun niemals mehr Langeweile hat, und keine neue Schöpfung mehr eintreten zu lassen braucht. Sie sehen offenbar, wenn man einmal in der Weise, wie Agassiz, dem Schöpfer durchaus menschliche Attribute und Eigenschaften beilegt, und sein Schöpfungswerk durchaus analog einer menschlichen Schöpfungsthätigkeit betrachtet, so ist man nothwendig auch zur Annahme dieser ganz absurden Konsequenzen gezwungen.

Die vielen inneren Widersprüche und die auffallenden Verkehrtheiten der Schöpfungsansichten von Agassiz, welche ihn nothwendig zu dem entschiedensten Widerstand gegen die Abstammungslehre führten, müssen aber um so mehr unser Erstaunen erregen, als derselbe durch seine früheren naturwissenschaftlichen Arbeiten in vieler Beziehung thatsächlich Darwin vorgearbeitet hat, insbesondere durch seine Thätigkeit auf dem paläontologischen Gebiete. Unter den zahlreichen Untersuchungen, welche der jungen Paläontologie schnell die allgemeine Theilnahme erwarben, schließen sich diejenigen von Agassiz, namentlich das berühmte Werk „über die fossilen Fische“, zunächst ebenbürtig an die grundlegenden Arbeiten von Cuvier an. Nicht allein haben die versteinerten Fische, mit denen uns Agassiz bekannt machte, eine außerordentlich hohe Bedeutung für das Verständnis der ganzen Wirbelthiergruppe und ihrer geschichtlichen Entwicklung gewonnen; sondern wir sind dadurch auch zur sicheren Erkenntnis wichtiger allgemeiner Entwicklungsgesetze gelangt, die zum Theil von Agassiz zuerst entdeckt wurden. Insbesondere hat derselbe zuerst den merkwürdigen Parallelismus zwischen der embryonalen und der paläontologischen Entwicklung, zwischen der Ontogenie und Phylogenie hervorgehoben, eine Uebereinstimmung, welche ich schon vorher (S. 10) als eine der stärksten Stützen für die Abstammungslehre in Anspruch genommen habe. Niemand hatte vorher so bestimmt, wie es Agassiz that, hervorgehoben, daß von den Wirbelthieren zuerst nur Fische allein existirt haben, daß erst später Amphibien auftraten,

und daß erst in noch viel späterer Zeit Vögel und Säugethiere erschienen; daß ferner von den Säugethieren, ebenso wie von den Fischen, anfangs unvollkommnere, niedere Ordnungen, später erst vollkommnere und höhere auftraten. Agassiz zeigte mithin, daß die paläontologische Entwicklung der ganzen Wirbelthiergruppe nicht allein der embryonalen parallel sei, sondern auch der systematischen Entwicklung, d. h. der Stufenleiter, welche wir überall im System von den niederen zu den höheren Klassen, Ordnungen u. s. w. aufsteigend erblicken. Zuerst erschienen in der Erdgeschichte nur niedere, später erst höhere Formen. Diese wichtige Thatsache erklärt sich, ebenso wie die Uebereinstimmung der embryonalen und paläontologischen Entwicklung, ganz einfach und natürlich aus der Abstammungslehre, während sie ohne diese ganz unerklärlich ist. Dasselbe gilt ferner auch von dem großen Gesetz der fortschreitenden Entwicklung, von dem historischen Fortschritt der Organisation, welcher sowohl im Großen und Ganzen in der geschichtlichen Aufeinanderfolge aller Organismen sichtbar ist, als in der besonderen Vervollkommnung einzelner Theile des Thierkörpers. So z. B. erhielt das Skelet der Wirbelthiere, ihr Knochengerüst, erst langsam, allmählich und stufenweis den hohen Grad von Vollkommenheit, welchen es jetzt beim Menschen und den anderen höheren Wirbelthieren besitzt. Dieser von Agassiz thatsächlich anerkannte Fortschritt folgt aber mit Nothwendigkeit aus der von Darwin begründeten Züchtungslehre, welche die wirkenden Ursachen desselben nachweist. Wenn diese Lehre richtig ist, so mußte nothwendig die Vollkommenheit und Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenarten im Laufe der organischen Erdgeschichte stufenweise zunehmen, und konnte erst in neuester Zeit ihre höchste Ausbildung erlangen.

Alle so eben angeführten, nebst einigen anderen allgemeinen Entwicklungsgesetzen, welche von Agassiz ausdrücklich anerkannt und mit Recht stark betont werden, welche sogar von ihm selbst zum Theil erst aufgestellt wurden, sind, wie Sie später sehen werden, nur durch die Abstammungslehre erklärbar und bleiben ohne dieselbe völlig unbegreiflich. Nur die von Darwin entwickelte Wechselwirkung der

Vererbung und Anpassung kann die wahre Ursache derselben sein. Dagegen stehen sie alle in schroffem und unvereinbarem Gegensatz mit der vorher besprochenen Schöpfungshypothese von Agassiz, und mit allen Vorstellungen von der zweckmäßigen Werkthätigkeit eines persönlichen Schöpfers. Will man im Ernst durch die letztere jene merkwürdigen Erscheinungen und ihren inneren Zusammenhang erklären, so verirrt man sich nothwendig zu der Annahme, daß auch der Schöpfer selbst sich mit der organischen Natur, die er schuf und umbildete, entwickelt habe. Man kann sich dann nicht mehr von der Vorstellung los machen, daß der Schöpfer selbst nach Art des menschlichen Organismus seine Pläne entworfen, verbessert und endlich unter vielen Abänderungen ausgeführt habe. „Es wächst der Mensch mit seinen höher'n Zwecken“. Diese Gottes unwürdige Vorstellung müssen wir dann nothwendig auf ihn übertragen. Wenn es nach der Ehrfurcht, mit der Agassiz auf jeder Seite vom Schöpfer spricht, scheinen könnte, daß wir dadurch zur erhabensten Vorstellung von seinem Wirken in der Natur gelangen, so findet in Wahrheit das Gegentheil statt. Der göttliche Schöpfer wird dadurch zu einem idealisirten Menschen erniedrigt, zu einem in der Entwicklung fortschreitenden Organismus.

Bei der weiten Verbreitung und dem hohen Ansehen, welches sich Agassiz' Werk erworben hat, und welches in Anbetracht der früheren wissenschaftlichen Verdienste des Verfassers wohl gerechtfertigt ist, glaubte ich es Ihnen schuldig zu sein, die gänzliche Unhaltbarkeit seiner allgemeinen Ansichten hier kurz hervorzuheben. Sofern dies Werk eine naturwissenschaftliche Schöpfungsgeschichte sein will, ist dasselbe unzweifelhaft gänzlich verfehlt. Es hat aber hohen Werth, als der einzige ausführliche und mit wissenschaftlichen Beweisgründen geschmückte Versuch, den in neuerer Zeit ein hervorragender Naturforscher zur Begründung einer teleologischen oder dualistischen Schöpfungsgeschichte unternommen hat. Die innere Unmöglichkeit einer solchen wird dadurch klar vor Jedermanns Augen gelegt. Kein Gegner von Agassiz hätte vermocht, die von ihm entwickelte duali-

stische Anschauung von der organischen Natur und ihrer Entstehung so schlagend zu widerlegen, als ihm dies selbst durch die überall hervortretenden inneren Widersprüche gelungen ist.

Die Gegner der monistischen oder mechanischen Weltanschauung haben das Werk von Agassiz mit Freuden begrüßt und erblicken darin eine vollendete Beweisführung für die unmittelbare Schöpfungsthätigkeit eines persönlichen Gottes. Allein sie übersehen dabei, daß dieser persönliche Schöpfer bloß ein mit menschlichen Attributen ausgerüsteter, idealisirter Organismus ist. Diese niedere dualistische Gottesvorstellung entspricht einer niederen thierischen Entwicklungsstufe des menschlichen Organismus. Der höher entwickelte Mensch der Gegenwart ist befähigt und berechtigt zu jener unendlich edleren und erhabeneren Gottesvorstellung, welche allein mit der monistischen Weltanschauung verträglich ist, und welche Gottes Geist und Kraft in allen Erscheinungen ohne Ausnahme erblickt. Diese monistische Gottesidee, welcher die Zukunft gehört, hat schon Giordano Bruno einst mit den Worten ausgesprochen: „Ein Geist findet sich in allen Dingen, und es ist kein Körper so klein, daß er nicht einen Theil der göttlichen Substanz in sich enthielte, wodurch er beseelt wird.“ Diese veredelte Gottesidee ist es, von welcher Goethe sagt: „Gewiß es giebt keine schönere Gottesverehrung, als diejenige, welche kein Bild bedarf, welche aus dem Wechselgespräch mit der Natur in unserem Busen entspringt.“ Durch sie gelangen wir zu der erhabenen Vorstellung von der Einheit Gottes und der Natur.

Vierter Vortrag.

Entwicklungstheorie von Goethe und Oken.

Wissenschaftliche Unzulänglichkeit aller Vorstellungen von einer Schöpfung der einzelnen Arten. Nothwendigkeit der entgegengesetzten Entwicklungstheorien. Geschichtlicher Ueberblick über die wichtigsten Entwicklungstheorien. Aristoteles. Seine Lehre von der Urzeugung. Die Bedeutung der Naturphilosophie. Goethe. Seine Verdienste als Naturforscher. Seine Metamorphose der Pflanzen. Seine Wirbeltheorie des Schädels. Seine Entdeckung des Zwischenkiefers beim Menschen. Goethe's Theilnahme an dem Streite zwischen Cuvier und Geoffroy S. Hilaire. Goethe's Entdeckung der beiden organischen Bildungstriebe, des konservativen Specificationsstriebes (der Vererbung), und des progressiven Umbildungstriebes (der Anpassung). Goethe's Ansicht von der gemeinsamen Abstammung aller Wirbelthiere mit Inbegriff des Menschen. Entwicklungstheorie von Gottfried Reinhold Treviranus. Seine monistische Naturauffassung. Oken. Seine Naturphilosophie. Oken's Vorstellung vom Urschleim (Protoplasmatheorie). Oken's Vorstellung von den Infusorien (Zellentheorie). Oken's Entwicklungstheorie.

Meine Herren! Alle verschiedenen Vorstellungen, welche wir uns über eine selbstständige, von einander unabhängige Entstehung der einzelnen organischen Arten durch Schöpfung machen können, laufen, folgerichtig durchdacht, auf einen sogenannten Anthropomorphismus, d. h. auf eine Vermenschlichung des Schöpfers hinaus, wie wir in dem letzten Vortrage bereits gezeigt haben. Es wird da der Schöpfer zu einem Organismus, der sich einen Plan entwirft, diesen Plan durchdenkt und verändert, und schließlich die Geschöpfe nach diesem Plane ausführt, wie ein menschlicher Archi-

tekt sein Bauwerk. Wenn selbst so hervorragende Naturforscher wie Linné, Cuvier und Agassiz, die Hauptvertreter der dualistischen Schöpfungshypothese, zu keiner genügenderen Ansicht gelangen konnten, so wird daraus am besten die Unzulänglichkeit aller derjenigen Vorstellungen hervorgehen, welche die Mannichfaltigkeit der organischen Natur aus einer solchen Schöpfung der einzelnen Arten ableiten wollen. Es haben zwar einige Naturforscher, welche das wissenschaftlich ganz Unbefriedigende dieser Vorstellungen einsahen, versucht, den Begriff des persönlichen Schöpfers durch denjenigen einer unbewußt wirkenden schöpferischen Naturkraft zu ersetzen; indessen ist dieser Ausdruck offenbar eine bloße umschreibende Redensart, sobald nicht näher gezeigt wird, worin diese Naturkraft besteht, und wie sie wirkt. Daher haben auch diese letzteren Versuche durchaus keine Geltung in der Wissenschaft errungen. Vielmehr hat man sich genöthigt gesehen, sobald man eine selbstständige Entstehung der verschiedenen Thier- und Pflanzenformen annahm, immer auf ebenso viele Schöpfungsakte zurückzugreifen, d. h. auf übernatürliche Eingriffe des Schöpfers in den natürlichen Gang der Dinge, der im Uebrigen ohne seine Mitwirkung abläuft.

Nun haben allerdings verschiedene teleologische Naturforscher, welche die wissenschaftliche Unzulässigkeit einer übernatürlichen „Schöpfung“ fühlten, die letztere noch dadurch zu retten gesucht, daß sie unter Schöpfung „Nichts weiter als eine uns unbekannte, unfaßbare Weise der Entstehung“ verstanden wissen wollten. Dieser sophistischen Ausflucht schneidet der treffliche Friß Müller mit folgender schlagenden Gegenbemerkung jeden Rettungspfad ab: „Es soll dadurch nur in verblümter Weise das verschämte Geständniß ausgesprochen werden, daß man über die Entstehung der Arten „gar keine Meinung habe“ und haben wolle. Nach dieser Erklärung des Wortes würde man ebensowohl von der Schöpfung der Cholera und der Syphilis, von der Schöpfung einer Feuerbrunst und eines Eisenbahnunglücks, wie von der Schöpfung des Menschen reden können.“ (Genaische Zeitschrift f. M. u. N. V. Bd. S. 272.)

Gegenüber nun dieser vollständigen wissenschaftlichen Unzulässigkeit aller Schöpfungshypothesen sind wir gezwungen, zu den entgegengesetzten Entwicklungstheorien der Organismen unsere Zuflucht zu nehmen, wenn wir uns überhaupt eine vernünftige Vorstellung von der Entstehung der Organismen machen wollen. Wir sind gezwungen und verpflichtet dazu, selbst wenn diese Entwicklungstheorien nur einen Schimmer von Wahrscheinlichkeit auf eine mechanische, natürliche Entstehung der Thier- und Pflanzenarten fallen lassen; um so mehr aber, wenn, wie Sie sehen werden, diese Theorien eben so einfach und klar, als vollständig und umfassend die gesammten Thatfachen erklären. Diese Entwicklungstheorien sind keineswegs, wie sie oft fälschlich angesehen werden, willkürliche Einfälle, oder beliebige Erzeugnisse der Einbildungskraft, welche nur die Entstehung dieses oder jenes einzelnen Organismus annähernd zu erklären versuchen; sondern sie sind streng wissenschaftlich begründete Theorien, welche von einem festen und klaren Standpunkte aus die Gesamtheit der organischen Naturerscheinungen, und insbesondere die Entstehung der organischen Species auf das Einfachste erklären, und als die nothwendigen Folgen mechanischer Naturvorgänge nachweisen.

Wie ich bereits im zweiten Vortrage Ihnen zeigte, fallen diese Entwicklungstheorien naturgemäß mit derjenigen allgemeinen Weltanschauung zusammen, welche man gewöhnlich als die einheitliche oder monistische, häufig auch als die mechanische oder causale zu bezeichnen pflegt, weil sie nur mechanische oder nothwendig wirkende Ursachen (*causae efficientes*) zur Erklärung der Naturerscheinungen in Anspruch nimmt. Ebenso fallen auf der anderen Seite die von uns bereits betrachteten übernatürlichen Schöpfungshypothesen mit derjenigen, völlig entgegengesetzten Weltanschauung zusammen, welche man im Gegensatz zur ersteren die zwiespältige oder dualistische, oft auch die teleologische oder vitale nennt, weil sie die organischen Naturerscheinungen aus der Wirksamkeit zweckthätiger oder zweckmäßig wirkender Ursachen (*causae finales*) ableitet. Gerade in diesem tiefen inneren Zusammenhang der verschiedenen

Schöpfungstheorien mit den höchsten Fragen der Philosophie liegt für uns die Anreizung zu ihrer eingehenden Betrachtung.

Der Grundgedanke, welcher allen natürlichen Entwicklungstheorien nothwendig zu Grunde liegen muß, ist derjenige einer allmählichen Entwicklung aller (auch der vollkommensten) Organismen aus einem einzigen oder aus sehr wenigen, ganz einfachen und ganz unvollkommenen Urwesen, welche nicht durch übernatürliche Schöpfung, sondern durch Urzeugung oder Archigonie (*Generatio spontanea*) aus anorganischer Materie entstanden. Eigentlich sind in diesem Grundgedanken zwei verschiedene Vorstellungen verbunden, welche aber in tiefem inneren Zusammenhang stehen, nämlich erstens die Vorstellung der Urzeugung oder Archigonie der ursprünglichen Stammwesen, und zweitens die Vorstellung der fortschreitenden Entwicklung der verschiedenen Organismenarten aus jenen einfachsten Stammwesen. Diese beiden wichtigen mechanischen Vorstellungen sind die unzertrennlichen Grundgedanken jeder streng wissenschaftlich durchgeführten Entwicklungstheorie. Weil dieselbe eine Abstammung der verschiedenen Thier- und Pflanzenarten von einfachsten gemeinsamen Stammarten behauptet, konnten wir sie auch als *Abstammungslehre* (*Descendenztheorie*), und weil damit zugleich eine Umbildung der Arten verbunden ist, als *Umbildungslehre* (*Transmutationstheorie*) bezeichnen.

Während übernatürliche Schöpfungsgeschichten schon vor vielen Jahrtausenden, in jener unvordenklichen Urzeit entstanden sein müssen, als der Mensch, eben erst aus dem Affenzustande sich entwickelnd, zum ersten Male anfing, eingehender über sich selbst und über die Entstehung der ihn umgebenden Körperwelt nachzudenken, so sind dagegen die natürlichen Entwicklungstheorien nothwendig viel jüngeren Ursprungs. Wir können diesen erst bei gereifteren Culturvölkern begegnen, denen durch philosophische Bildung die Nothwendigkeit einer natürlichen Ursachenerkenntniß klar geworden war; und auch bei diesen dürfen wir zunächst nur von einzelnen bevorzugten Naturen erwarten, daß sie den Ursprung der Erscheinungswelt ebenso wie deren Ent-

wicklungsgang, als die nothwendige Folge von mechanischen, natürlich wirkenden Ursachen erkannten. Bei keinem Volke waren diese Vorbedingungen für die Entstehung einer natürlichen Entwicklungstheorie jemals so vorhanden, wie bei den Griechen des klassischen Alterthums. Diesen fehlte aber auf der anderen Seite zu sehr die nähere Bekanntschaft mit den Thatfachen der Naturvorgänge und ihren Formen, und somit die erfahrungsmäßige Grundlage für eine weitere Durchbildung der Entwicklungstheorie. Die exakte Naturforschung und die überall auf empirischer Basis begründete Naturerkenntniß war ja dem Alterthum ebenso wie dem Mittelalter fast ganz unbekannt und ist erst eine Errungenschaft der neueren Zeit. Wir haben daher auch hier keine nähere Veranlassung, auf die natürlichen Entwicklungstheorien der verschiedenen griechischen Weltweisen einzugehen, da denselben zu sehr die erfahrungsmäßige Kenntniß sowohl von der organischen als von der anorganischen Natur abging, und sie sich demgemäß fast immer nur in lustigen Speculationen verirrten.

Nur einen Mann müssen wir hier ausnahmsweise hervorheben, den größten und den einzigen wahrhaft großen Naturforscher des Alterthums und des Mittelalters, einen der erhabensten Genien aller Zeiten: Aristoteles. Wie derselbe in empirisch-philosophischer Naturerkenntniß, und insbesondere im Verständniß der organischen Natur, während eines Zeitraums von mehr als zweitausend Jahren einzig dasteht, beweisen uns die kostbaren Reste seiner nur theilweis erhaltenen Werke. Auch von einer natürlichen Entwicklungstheorie finden sich in denselben mehrfache Spuren vor. Aristoteles nimmt mit voller Bestimmtheit die Urzeugung als die natürliche Entstehungsart der niederen organischen Wesen an. Er läßt Thiere und Pflanzen aus der Materie selbst durch deren ureigene Kraft entstehen, so z. B. Motten aus Wolle, Flöhe aus faulem Mist, Milben aus feuchtem Holz u. s. w. Da ihm jedoch die Unterscheidung der organischen Species, welche erst mehr als zweitausend Jahre später Linné gelang, unbekannt war, konnte er über deren genealogisches Verhältniß sich noch keine Vorstellungen bilden.

Der Grundgedanke der Entwicklungstheorie, daß die verschiedenen Thier- und Pflanzenarten sich aus gemeinsamen Stammarten durch Umbildung entwickelt haben, konnte natürlich erst klar ausgesprochen werden, nachdem die Arten oder Species selbst genauer bekannt geworden, und nachdem auch schon die ausgestorbenen Species neben den lebenden in Betracht gezogen und eingehender mit letzteren verglichen worden waren. Dies geschah erst gegen Ende des vorigen und im Beginn unseres Jahrhunderts. Erst im Jahre 1801 sprach der große Lamarck die Entwicklungstheorie aus, welche er 1809 in seiner klassischen „Philosophie zoologique“ weiter ausführte²⁾. Während Lamarck und sein Landsmann Geoffroy S. Hilaire in Frankreich den Ansichten Cuviers gegenüber traten und eine natürliche Entwicklung der organischen Species durch Umbildung und Abstammung behaupteten, vertraten gleichzeitig in Deutschland Goethe und Oken dieselbe Richtung und halfen die Entwicklungstheorie begründen. Da man gewöhnlich alle diese Naturforscher als „Naturphilosophen“ zu bezeichnen pflegt, und da diese vieldeutige Bezeichnung in einem gewissen Sinne ganz richtig ist, so erscheint es mir zunächst angemessen, hier einige Worte über die richtige Würdigung der Naturphilosophie voranzuschicken.

Während man in England schon seit langer Zeit die Begriffe Naturwissenschaft und Philosophie fast als gleichbedeutend ansieht, und mit vollem Recht jeden wahrhaft wissenschaftlich arbeitenden Naturforscher einen Naturphilosophen nennt, wird dagegen in Deutschland schon seit mehr als einem halben Jahrhundert die Naturwissenschaft streng von der Philosophie geschieden, und die naturgemäße Verbindung beider zu einer wahren „Naturphilosophie“ wird nur von Wenigen anerkannt. An dieser Verkennung sind die phantastischen Ausschreitungen der früheren deutschen Naturphilosophen, Oken's, Schelling's u. s. w. Schuld, welche glaubten, die Naturgesetze aus ihrem Kopfe konstruiren zu können, ohne überall auf dem Boden der tatsächlichen Erfahrung stehen bleiben zu müssen. Als sich diese Anmaßungen in ihrer ganzen Leerheit herausgestellt hatten, schlugen die

Naturforscher unter der „Nation von Denkern“ in das gerade Gegentheil um, und glaubten, das hohe Ziel der Wissenschaft, die Erkenntniß der Wahrheit, auf dem Wege der nackten sinnlichen Erfahrung, ohne jede philosophische Gedankenarbeit erreichen zu können. Von nun an, besonders seit dem Jahre 1830, machte sich bei den meisten Naturforschern eine starke Abneigung gegen jede allgemeinere, philosophische Betrachtung der Natur geltend. Man fand nun das eigentliche Ziel der Naturwissenschaft in der Erkenntniß des Einzelnen und glaubte dasselbe in der Biologie erreicht, wenn man mit Hülfe der feinsten Instrumente und Beobachtungsmittel die Formen und die Lebenserscheinungen aller einzelnen Organismen ganz genau erkannt haben würde. Zwar gab es immerhin unter diesen streng empirischen oder sogenannten exakten Naturforschern zahlreiche, welche sich über diesen beschränkten Standpunkt erhoben und das letzte Ziel in einer Erkenntniß allgemeiner Organisationsgesetze finden wollten. Indeß die große Mehrzahl der Zoologen und Botaniker in den letzten drei bis vier Decennien wollte von solchen allgemeinen Gesetzen Nichts wissen; sie gestanden höchstens zu, daß vielleicht in ganz entfernter Zukunft, wenn man einmal am Ende aller empirischen Erkenntniß angelangt sein würde, wenn alle einzelnen Thiere und Pflanzen vollständig untersucht worden seien, man daran denken könne, allgemeine biologische Gesetze zu entdecken.

Wenn Sie die wichtigsten Fortschritte, die der menschliche Geist in der Erkenntniß der Wahrheit gemacht hat, zusammenfassend vergleichen, so werden Sie bald sehen, daß es stets philosophische Gedankenoperationen sind, durch welche diese Fortschritte erzielt wurden, und daß jene, allerdings nothwendig vorhergehende sinnliche Erfahrung und die dadurch gewonnene Kenntniß des Einzelnen nur die Grundlage für jene allgemeinen Gesetze liefern. Empirie und Philosophie stehen daher keineswegs in so ausschließendem Gegensatz zu einander, wie es bisher von den Meisten angenommen wurde; sie ergänzen sich vielmehr nothwendig. Der Philosoph, welchem der unumstößliche Boden der sinnlichen Erfahrung, der empirischen Kennt-

niß fehlt, gelangt in seinen allgemeinen Speculationen sehr leicht zu Fehlschlüssen, welche selbst ein mäßig gebildeter Naturforscher sofort widerlegen kann. Andererseits können die rein empirischen Naturforscher, die sich nicht um philosophische Zusammenfassung ihrer sinnlichen Wahrnehmungen bemühen, und nicht nach allgemeinen Erkenntnissen streben, die Wissenschaft nur in sehr geringem Maße fördern, und der Hauptwerth ihrer mühsam gewonnenen Einzelkenntnisse liegt in den allgemeinen Resultaten, welche später umfassendere Geister aus denselben ziehen. Bei einem allgemeinen Ueberblick über den Entwicklungsgang der Biologie seit Linné finden Sie leicht, wie dies Bär ausgeführt hat, ein beständiges Schwanken zwischen diesen beiden Richtungen, ein Ueberwiegen einmal der empirischen (sogenannten exakten) und dann wieder der philosophischen (speculativen) Richtung. So hatte sich schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts, im Gegensatz gegen Linné's rein empirische Schule, eine naturphilosophische Reaction erhoben, deren bewegende Geister, Lamarck, Geoffroy S. Hilaire, Goethe und Oken, durch ihre Gedankenarbeit Licht und Ordnung in das Chaos des aufgehäuften empirischen Rohmaterials zu bringen suchten. Gegenüber den vielfachen Irrthümern und den zu weit gehenden Speculationen dieser Naturphilosophen trat dann Cuvier auf, welcher eine zweite, rein empirische Periode herbeiführte. Diese erreichte ihre einseitigste Entwicklung während der Jahre 1830—1860, und nun folgte ein zweiter philosophischer Rückschlag, durch Darwin's Werk veranlaßt. Man fing nun im letzten Decennium wieder an, sich zur Erkenntniß der allgemeinen Naturgesetze hinzuwenden, denen doch schließlich alle einzelnen Erfahrungskennntnisse nur als Grundlage dienen, und durch welche letztere erst ihren wahren Werth erlangen. Durch die Philosophie wird die Naturkunde erst zur wahren Wissenschaft, zur „Naturphilosophie“ (Gen. Morph. I, 63—108).

Unter den großen Naturphilosophen, denen wir die erste Begründung einer organischen Entwicklungstheorie verdanken, und welche neben Charles Darwin als die Urheber der Abstammungslehre

glänzen, stehen obenan Jean Lamard und Wolfgang Goethe. Ich wende mich zunächst zu unserm theuren Goethe, welcher von Allen uns Deutschen am nächsten steht. Bevor ich Ihnen jedoch seine besonderen Verdienste um die Entwicklungstheorie erläutere, scheint es mir passend, Einiges über seine Bedeutung als Naturforscher überhaupt zu sagen, da dieselbe gewöhnlich sehr verkannt wird.

Gewiß die Meisten unter ihnen verehren Goethe nur als Dichter und Menschen; nur wenige werden eine Vorstellung von dem hohen Werth haben, den seine naturwissenschaftlichen Arbeiten besitzen, von dem Riesenschritt, mit dem er seiner Zeit vorauseilte, — so vorauseilte, daß eben die meisten Naturforscher der damaligen Zeit ihm nicht nachkommen konnten. Das Mißgeschick, daß seine naturphilosophischen Verdienste von seinen Zeitgenossen verkannt wurden, hat Goethe beständig tief gerührt. An verschiedenen Stellen seiner naturwissenschaftlichen Schriften beklagt er sich bitter über die beschränkten Fachleute, welche seine Arbeiten nicht zu würdigen verstehen, welche den Wald vor lauter Bäumen nicht sehen, und welche sich nicht dazu erheben können, aus dem Wust des Einzelnen allgemeine Naturgesetze herauszufinden. Nur zu gerecht ist sein Vorwurf: „Der Philosoph wird gar bald entdecken, daß sich die Beobachter selten zu einem Standpunkte erheben, von welchem sie so viele bedeutend bezügliche Gegenstände übersehen können.“ Wesentlich allerdings wurde diese Verkennung verschuldet durch den falschen Weg, auf welchen Goethe in seiner Farbenlehre gerieth. Die Farbenlehre, die er selbst als das Lieblingskind seiner Muße bezeichnet, ist in ihren Grundlagen durchaus verfehlt, soviel Schönes sie auch im Einzelnen enthalten mag. Die exakte mathematische Methode, mittelst welcher man allein zunächst in den anorganischen Naturwissenschaften, in der Physik vor Allem, Schritt für Schritt auf unumstößlich fester Basis weiter bauen kann, war Goethe durchaus zuwider. Er ließ sich in der Verwerfung derselben nicht allein zu großen Ungerechtigkeiten gegen die hervorragendsten Physiker hinreißen, sondern auch auf Irrwege verleiten, die seinen übrigen werthvollen Arbeiten sehr geschadet haben. Ganz

etwas Anderes ist es in den organischen Naturwissenschaften, in welchen wir nur selten im Stande sind, von Anfang an gleich auf der unumstößlich festen, mathematischen Basis vorzugehen, vielmehr gezwungen sind, wegen der unendlich schwierigen und verwickelten Natur der Aufgabe, uns zunächst Induktionsschlüsse zu bilden; d. h. wir müssen aus zahlreichen einzelnen Beobachtungen, die doch nicht ganz vollständig sind, ein allgemeines Gesetz zu begründen suchen. Die Vergleichung der verwandten Erscheinungsreihen, die Combination ist hier das wichtigste Forschungsinstrument, und diese wurde von Goethe mit ebenso viel Glück als bewußter Wertherkenntniß bei seinen naturphilosophischen Arbeiten angewandt.

Von den Schriften Goethe's, die sich auf die organische Natur beziehen, ist am berühmtesten die Metamorphose der Pflanzen geworden, welche 1790 erschien; ein Werk, welches insofern den Grundgedanken der Entwicklungstheorie deutlich erkennen läßt, als Goethe darin bemüht war, ein einziges Grundorgan nachzuweisen, durch dessen unendlich mannichfaltige Ausbildung und Umbildung man sich den ganzen Formenreichtum der Pflanzenwelt entstanden denken könne; dieses Grundorgan fand er im Blatt. Wenn damals schon die Anwendung des Mikroskops eine allgemeine gewesen wäre, wenn Goethe den Bau der Organismen mit dem Mikroskop durchforscht hätte, so würde er noch weiter gegangen sein, und das Blatt bereits als ein Vielfaches von individuellen Theilen niederer Ordnung, von Zellen, erkannt haben. Er würde dann nicht das Blatt, sondern die Zelle als das eigentliche Grundorgan aufgestellt haben, durch dessen Vermehrung, Umbildung und Verbindung (Synthese) zunächst das Blatt entsteht; sowie weiterhin durch Umbildung, Variation und Zusammensetzung der Blätter alle die mannichfaltigen Schönheiten in Form und Farbe entstehen, welche wir ebenso an den echten Ernährungsblättern, wie an den Fortpflanzungsblättern oder den Blüthen-theilen der Pflanzen bewundern. Indessen schon dieser Grundgedanke war durchaus richtig. Goethe zeigte darin, daß man, um das Ganze der Erscheinung zu erfassen, erstens vergleichen und dann zwei-

tens einen einfachen Typus, eine einfache Grundform, ein Thema gewissermaßen suchen müsse, von dem alle übrigen Gestalten nur die unendlich mannichfaltigen Variationen seien.

Etwas Aehnliches, wie er hier in der Metamorphose der Pflanzen leistete, gab er dann für die Wirbelthiere in seiner berühmten Wirbeltheorie des Schädels. Goethe zeigte zuerst, unabhängig von Oken, welcher fast gleichzeitig auf denselben Gedanken kam, daß der Schädel des Menschen und aller anderen Wirbelthiere, zunächst der Säugethiere, Nichts weiter sei als eine Knochenkapsel, zusammengesetzt aus denselben Stücken, aus denen auch das Rückgrat oder die Wirbelsäule zusammengesetzt ist, aus Wirbeln. Die Wirbel des Schädels sind gleich denen des Rückgrats hinter einander gelegene Knochenringe, welche am Kopfe nur eigenthümlich umgebildet und gesondert (differenzirt) sind. Obgleich diese Idee durch die jüngsten Entdeckungen von Gegenbaur stark modificirt worden ist, so gehörte sie doch in jener Zeit zu den größten Fortschritten der vergleichenden Anatomie, und war nicht allein für das Verständniß des Wirbelthierbaues eine der ersten Grundlagen, sondern erklärte zugleich viele einzelne Erscheinungen. Wenn zwei Körpertheile, die auf den ersten Blick so verschieden aussehen, wie der Hirnschädel und die Wirbelsäule, sich als ursprünglich gleichartige, aus einer und derselben Grundlage hervorgebildete Theile nachweisen ließen, so war damit eine der schwierigsten naturphilosophischen Aufgaben gelöst. Auch hier begegnet uns wieder der Gedanke des einheitlichen Typus, der Gedanke des einzigen Themas, das nur in den verschiedenen Arten und in den Theilen der einzelnen Arten unendlich variirt wird.

Es waren aber nicht bloß solche weitgreifende Gesetze, um deren Erkenntniß sich Goethe bemühte, sondern es waren auch zahlreiche einzelne, namentlich vergleichend-anatomische Untersuchungen, die ihn lange Zeit hindurch auf's lebhafteste beschäftigten. Unter diesen ist vielleicht keine interessanter, als die Entdeckung des Zwischenkiefers beim Menschen. Da diese in mehrfacher Beziehung von Bedeutung für die Entwicklungstheorie ist, so erlaube ich mir,

Ihnen dieselbe kurz hier darzulegen. Es existiren bei sämmtlichen Säugethieren in der oberen Kinnlade zwei Knochenstückchen, welche in der Mittellinie des Gesichts, unterhalb der Nase, sich berühren, und in der Mitte zwischen den beiden Hälften des eigentlichen Oberkieferknochens gelegen sind. Dieses Knochenpaar, welches die vier oberen Schneidezähne trägt, ist bei den meisten Säugethieren ohne Weiteres sehr leicht zu erkennen; beim Menschen dagegen war es zu jener Zeit nicht bekannt, und berühmte vergleichende Anatomen legten sogar auf diesen Mangel des Zwischenkiefers einen sehr großen Werth, indem sie denselben als Hauptunterschied zwischen Menschen und Affen ansahen; es wurde der Mangel des Zwischenkiefers seltsamer Weise als der menschlichste aller menschlichen Charaktere hervorgehoben. Nun wollte es Goethe durchaus nicht in den Kopf, daß der Mensch, der in allen übrigen körperlichen Beziehungen offenbar nur ein höher entwickeltes Säugethier sei, diesen Zwischenkiefer entbehren sollte. Er zog aus dem allgemeinen Inductions-Gesetz des Zwischenkiefers bei den Säugethieren den besonderen Deductions-schluß, daß derselbe auch beim Menschen vorkommen müsse; und er hatte keine Ruhe, bis er bei Vergleichung einer großen Anzahl von Schädeln wirklich den Zwischenkiefer auffand. Bei einzelnen Individuen ist derselbe die ganze Lebenszeit hindurch erhalten, während er gewöhnlich frühzeitig mit dem benachbarten Oberkiefer verwächst, und nur bei sehr jugendlichen Menschen-schädeln als selbstständiger Knochen nachzuweisen ist. Bei den menschlichen Embryonen kann man ihn jetzt jeden Augenblick vorzeigen. Es ist der Zwischenkiefer also beim Menschen in der That vorhanden, und Goethe gebührt der Ruhm, diese in vielfacher Beziehung wichtige Thatsache zuerst festgestellt zu haben, und zwar gegen den Widerspruch der wichtigsten Fachautoritäten, z. B. des berühmten Anatomen Peter Camper. Besonders interessant ist dabei der Weg, auf dem er zu dieser Feststellung gelangte; es ist der Weg, auf dem wir beständig in den organischen Naturwissenschaften fortschreiten, der Weg der Induction und Deduction. Die Induction ist ein Schluß aus zahlreichen einzelnen beobachteten Fällen auf ein

allgemeines Gesetz; die Deduction dagegen ist ein Rückschluß aus diesem allgemeinen Gesetz auf einen einzelnen, noch nicht wirklich beobachteten Fall. Aus den damals gesammelten empirischen Kenntnissen ging der Inductionsschluß hervor, daß sämtliche Säugethiere den Zwischenkiefer besitzen. Goethe zog daraus den Deductionsschluß, daß der Mensch, der in allen übrigen Beziehungen seiner Organisation nicht wesentlich von den Säugethiern verschieden sei, auch diesen Zwischenkiefer besitzen müsse; und er fand sich in der That bei eingehender Untersuchung. Es wurde der Deductionsschluß durch die nachfolgende Erfahrung bestätigt oder verificirt.

Schon diese wenigen Züge mögen Ihnen den hohen Werth vor Augen führen, den wir Goethe's biologischen Forschungen zuschreiben müssen. Leider sind die meisten seiner darauf bezüglichen Arbeiten so versteckt in seinen gesammelten Werken, und die wichtigsten Beobachtungen und Bemerkungen so zerstreut in zahlreichen einzelnen Aufsätzen, die andere Themata behandeln, daß es schwer ist, sie herauszufinden. Auch ist bisweilen eine vortreffliche, wahrhaft wissenschaftliche Bemerkung so eng mit einem Haufen unbrauchbarer naturphilosophischer Phantasiegebilde verknüpft, daß letztere der ersteren großen Eintrag thun.

Für das außerordentliche Interesse, welches Goethe für die organische Naturforschung hegte, ist vielleicht Nichts bezeichnender, als die lebendige Theilnahme, mit welcher er noch in seinen letzten Lebensjahren den in Frankreich ausgebrochenen Streit zwischen Cuvier und Geoffroy S. Hilaire verfolgte. Goethe hat eine interessante Darstellung dieses merkwürdigen Streites und seiner allgemeinen Bedeutung, sowie eine treffliche Charakteristik der beiden großen Gegner in einer besonderen Abhandlung gegeben, welche er erst wenige Tage vor seinem Tode, im März 1832, vollendete. Diese Abhandlung führt den Titel: „Principes de Philosophie zoologique par Mr. Geoffroy de Saint-Hilaire“; sie ist Goethe's letztes Werk, und bildet in der Gesamtausgabe seiner Werke deren Schluß. Der Streit selbst war in mehrfacher Beziehung von höchstem Interesse. Er

drehte sich wesentlich um die Berechtigung der Entwicklungstheorie. Dabei wurde er im Schooße der französischen Akademie von beiden Gegnern mit einer persönlichen Leidenschaftlichkeit geführt, welche in den würdevollen Sitzungen jener gelehrten Körperschaft fast unerhört war, und welche bewies, daß beide Naturforscher für ihre heiligsten und tiefsten Ueberzeugungen kämpften. Am 22sten Februar 1830 fand der erste Konflikt statt, welchem bald mehrere andere folgten, der heftigste am 19. Juli 1830. Geoffroy als das Haupt der französischen Naturphilosophen vertrat die natürliche Entwicklungstheorie und die einheitliche (monistische) Naturauffassung. Er behauptete die Veränderlichkeit der organischen Species, die gemeinschaftliche Abstammung der einzelnen Arten von gemeinsamen Stammformen, und die Einheit der Organisation, oder die Einheit des Bauplanes, wie man sich damals ausdrückte. Cuvier war der entschiedenste Gegner dieser Anschauungen, wie es ja nach dem, was Sie gehört haben, nicht anders sein konnte. Er versuchte zu zeigen, daß die Naturphilosophen kein Recht hätten, auf Grund des damals vorliegenden empirischen Materials so weitgehende Schlüsse zu ziehen, und daß die behauptete Einheit der Organisation oder des Bauplanes der Organismen nicht existire. Er vertrat die teleologische (dualistische) Naturauffassung und behauptete, daß „die Unveränderlichkeit der Species eine nothwendige Bedingung für die Existenz der wissenschaftlichen Naturgeschichte sei.“ Cuvier hatte den großen Vortheil vor seinem Gegner voraus, für seine Behauptungen lauter unmittelbar vor Augen liegende Beweisgründe vorbringen zu können, welche allerdings nur aus dem Zusammenhang gerissene einzelne Thatsachen waren. Geoffroy dagegen war nicht im Stande, den von ihm verfochtenen höheren allgemeinen Zusammenhang der einzelnen Erscheinungen mit so greifbaren Einzelheiten belegen zu können. Daher behielt Cuvier in den Augen der Mehrheit den Sieg, und entschied für die folgenden drei Jahrzehnte die Niederlage der Naturphilosophie und die Herrschaft der streng empirischen Richtung. Goethe dagegen nahm natürlich entschieden für Geoffroy Partei. Wie lebhaft ihn noch in seinem

81sten Jahre dieser große Kampf beschäftigte, mag folgende, von Soret erzählte Anekdote bezeugen:

„Montag, 2. August 1830. Die Nachrichten von der begonnenen Julirevolution gelangten heute nach Weimar und setzten Alles in Aufregung. Ich ging im Laufe des Nachmittags zu Goethe. „Nun? rief er mir entgegen, was denken Sie von dieser großen Begebenheit? Der Vulkan ist zum Ausbruch gekommen; alles steht in Flammen, und es ist nicht ferner eine Verhandlung bei geschlossenen Thüren!“ Eine furchtbare Geschichte! erwiderte ich. Aber was ließ sich bei den bekannten Zuständen und bei einem solchen Ministerium anders erwarten, als daß man mit der Vertreibung der bisherigen königlichen Familie endigen würde. „Wir scheinen uns nicht zu verstehen, mein Allerbestes, erwiderte Goethe. Ich rede gar nicht von jenen Leuten; es handelt sich bei mir um ganz andere Dinge. Ich rede von dem in der Akademie zum öffentlichen Ausbruch gekommenen, für die Wissenschaft so höchst bedeutenden Streite zwischen Cuvier und Geoffroy de S. Hilaire.“ Diese Aeußerung Goethe's war mir so unerwartet, daß ich nicht wußte, was ich sagen sollte, und daß ich während einiger Minuten einen völligen Stillstand in meinen Gedanken verspürte. „Die Sache ist von der höchsten Bedeutung, fuhr Goethe fort, und Sie können sich keinen Begriff davon machen, was ich bei der Nachricht von der Sitzung des 19. Juli empfinde. Wir haben jetzt an Geoffroy de Saint Hilaire einen mächtigen Allirten auf die Dauer. Ich sehe aber zugleich daraus, wie groß die Theilnahme der französischen wissenschaftlichen Welt in dieser Angelegenheit sein muß, indem trotz der furchtbaren politischen Aufregung, die Sitzung des 19. Juli dennoch bei einem gefüllten Hause stattfand. Das Beste aber ist, daß die von Geoffroy in Frankreich eingeführte synthetische Behandlungsweise der Natur jetzt nicht mehr rückgängig zu machen ist. Diese Angelegenheit ist durch die freien Diskussionen in der Akademie, und zwar in Gegenwart eines großen Publikums, jetzt öffentlich geworden, sie läßt sich nicht mehr

an geheime Ausschüffe verweisen und bei geschlossenen Thüren abthun und unterdrücken“.

Von den zahlreichen interessanten und bedeutenden Sätzen, in welchen sich Goethe klar über seine Auffassung der organischen Natur und ihrer beständigen Entwicklung ausspricht, habe ich in meiner generellen Morphologie der Organismen⁴⁾ eine Auswahl als Leitworte an den Eingang der einzelnen Bücher und Kapitel gesetzt. Hier führe ich Ihnen zunächst eine Stelle aus dem Gedichte an, welches die Ueberschrift trägt: „die Metamorphose der Thiere“ (1819).

„Alle Glieder bilden sich aus nach ew'gen Gesetzen,
 „Und die seltenste Form bewahrt im Geheimen das Urbild.
 „Also bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Thieres,
 „Und die Weise zu leben, sie wirkt auf alle Gestalten
 „Mächtig zurück. So zeigt sich fest die geordnete Bildung,
 „Welche zum Wechsel sich neigt durch äußerlich wirkende Wesen.“

Schon hier ist der Gegensatz zwischen zwei verschiedenen organischen Bildungstrieben angedeutet, welche sich gegenüber stehen, und durch ihre Wechselwirkung die Form des Organismus bestimmen; einerseits ein gemeinsames inneres, fest sich erhaltendes Urbild, welches den verschiedensten Gestalten zu Grunde liegt; andererseits der äußerlich wirkende Einfluß der Umgebung und der Lebensweise, welcher umbildend auf das Urbild einwirkt. Noch bestimmter tritt dieser Gegensatz in folgendem Ausspruch hervor:

„Eine innere ursprüngliche Gemeinschaft liegt aller Organisation zu Grunde; die Verschiedenheit der Gestalten dagegen entspringt aus den nothwendigen Beziehungsverhältnissen zur Außenwelt, und man darf daher eine ursprüngliche, gleichzeitige Verschiedenheit und eine unaufhaltsam fortschreitende Umbildung mit Recht annehmen, um die ebenso konstanten als abweichenden Erscheinungen begreifen zu können.“

Das „Urbild“ oder der „Typus“, welcher als „innere ursprüngliche Gemeinschaft“ allen organischen Formen zu Grunde liegt, ist der innere Bildungstrieb, welcher die ursprüngliche Bildungsrichtung erhält und durch Vererbung fortpflanzt. Die „unaufhaltsam fort-

schreitende Umbildung“ dagegen, welche „aus den nothwendigen Beziehungsverhältnissen zur Außenwelt entspringt“, bewirkt als äußerer Bildungstrieb, durch Anpassung an die umgebenden Lebensbedingungen, die unendliche „Verschiedenheit der Gestalten“. (Gen. Morph. I., 154; II., 224). Den inneren Bildungstrieb der Vererbung, welcher die Einheit des Urbildes erhält, nennt Goethe an einer anderen Stelle die Centripetalkraft des Organismus, seinen Specifikationstrieb; im Gegensatz dazu nennt er den äußeren Bildungstrieb der Anpassung, welcher die Mannichfaltigkeit der organischen Gestalten hervorbringt, die Centrifugalkraft des Organismus, seinen Variationstrieb. Die betreffende Stelle, in welcher er ganz klar das „Gegengewicht“ dieser beiden äußerst wichtigen organischen Bildungstriebe bezeichnet, lautet folgendermaßen: „Die Idee der Metamorphose ist gleich der Vis centrifuga und würde sich ins Unendliche verlieren, wäre ihr nicht ein Gegengewicht zugegeben: ich meine den Specifikationstrieb, das zähe Beharrlichkeitsvermögen dessen, was einmal zur Wirklichkeit gekommen, eine Vis centripeta, welcher in ihrem tiefsten Grunde keine Außerlichkeit etwas anhaben kann.“

Unter Metamorphose versteht Goethe nicht allein, wie es heutzutage gewöhnlich verstanden wird, die Formveränderungen, welche das organische Individuum während seiner individuellen Entwicklung erleidet, sondern in weiterem Sinne überhaupt die Umbildung der organischen Formen. Die „Idee der Metamorphose“ ist beinahe gleichbedeutend mit unserer „Entwicklungstheorie“. Dies zeigt sich unter Anderem auch in folgendem Ausspruch: „Der Triumph der physiologischen Metamorphose zeigt sich da, wo das Ganze sich in Familien, Familien sich in Geschlechter, Geschlechter in Sippen, und diese wieder in andere Mannichfaltigkeiten bis zur Individualität scheiden, sondern und umbilden. Ganz ins Unendliche geht dieses Geschäft der Natur; sie kann nicht ruhen, noch beharren, aber auch nicht Alles, was sie hervorbrachte, bewahren und erhalten.“

Aus den Samen entwickeln sich immer abweichende, die Verhältnisse ihrer Theile zu einander verändert bestimmende Pflanzen“.

In den beiden organischen Bildungstrieben, in dem konservativen, centripetalen, innerlichen Bildungstrieb der Vererbung oder der Specification einerseits, in dem progressiven, centrifugalen, äußerlichen Bildungstrieb der Anpassung oder der Metamorphose andererseits, hatte Goethe bereits die beiden großen mechanischen Naturkräfte entdeckt, welche die wirkenden Ursachen der organischen Gestaltungen sind. Diese tiefe biologische Erkenntniß mußte ihn naturgemäß zu dem Grundgedanken der Abstammungslehre führen, zu der Vorstellung, daß die formverwandten organischen Arten wirklich blutsverwandt sind, und daß dieselben von gemeinsamen ursprünglichen Stammformen abstammen. Für die wichtigste von allen Thiergruppen, die Hauptabtheilung der Wirbelthiere, drückt dies Goethe in folgendem merkwürdigen Satze aus (1796!): „Dies also hätten wir gewonnen ungeschweht behaupten zu dürfen, daß alle vollkommeneren organischen Naturen, worunter wir Fische, Amphibien, Vögel, Säuge-thiere und an der Spitze der letzten den Menschen sehen, alle nach einem Urbilde geformt seien, das nur in seinen sehr beständigen Theilen mehr oder weniger hin- und herweicht, und sich noch täglich durch Fortpflanzung aus- und umbildet“.

Dieser Satz ist in mehrfacher Beziehung von Interesse. Die Theorie, daß „alle vollkommeneren organischen Naturen“, d. h. alle Wirbelthiere, von einem gemeinsamen Urbilde abstammen, daß sie aus diesem durch Fortpflanzung (Vererbung) und Umbildung (Anpassung) entstanden sind, ist daraus deutlich zu entnehmen. Besonders interessant aber ist es dabei, daß Goethe auch hier für den Menschen keine Ausnahme gestattet, ihn vielmehr ausdrücklich in den Stamm der übrigen Wirbelthiere hineinzieht. Die wichtigste specielle Folgerung der Abstammungslehre, daß der Mensch von anderen Wirbelthieren abstammt, läßt sich hier im Keime erkennen³⁾.

Noch klarer spricht Goethe diese überaus wichtige Grund-Idee an einer anderen Stelle (1807) in folgenden Worten aus: „Wenn

man Pflanzen und Thiere in ihrem unvollkommensten Zustande betrachtet, so sind sie kaum zu unterscheiden. So viel aber können wir sagen, daß die aus einer kaum zu sondernden Verwandtschaft als Pflanzen und Thiere nach und nach hervortretenden Geschöpfe nach zwei entgegengesetzten Seiten sich vervollkommen, so daß die Pflanze sich zuletzt im Baume dauernd und starr, das Thier im Menschen zur höchsten Beweglichkeit und Freiheit sich verherrlicht". In diesem merkwürdigen Satze ist nicht allein das genealogische Verwandtschafts-Verhältniß des Pflanzenreichs zum Thierreiche höchst treffend beurtheilt, sondern auch bereits der Kern der einheitlichen oder monophyletischen Descendenz-Hypothese enthalten, deren Bedeutung ich Ihnen später aus einander zu setzen habe. (Vergl. den XVI. Vortrag und den Stammbaum S. 398.)

Zu derselben Zeit, als Goethe in dieser Weise die Grundzüge der Descendenz-Theorie entwarf, finden wir bereits einen anderen deutschen Naturphilosophen angelegentlich mit derselben beschäftigt, nämlich Gottfried Reinhold Treviranus aus Bremen (geb. 1776, gest. 1837). Wie kürzlich Wilhelm Focke in Bremen gezeigt hat, entwickelte Treviranus schon in dem frühesten seiner größeren Werke, in der „Biologie oder Philosophie der lebenden Natur“, bereits ganz im Anfange unseres Jahrhunderts, monistische Ansichten von der Einheit der Natur und von dem genealogischen Zusammenhang der Organismen-Arten, die ganz unserem jetzigen Standpunkte entsprechen. In den drei ersten Bänden der Biologie, die 1802, 1803 und 1805 erschienen, also schon mehrere Jahre vor den Hauptwerken von Oken und Lamarck, finden sich zahlreiche Stellen, welche in dieser Beziehung von Interesse sind. Ich will nur einige der wichtigsten hier anführen.

Ueber die Hauptfrage unserer Theorie, über den Ursprung der organischen Species, spricht sich Treviranus folgendermaßen aus: „Jede Form des Lebens kann durch physische Kräfte auf doppelte Art hervorgebracht sein: entweder durch Entstehung aus formloser Materie, oder durch Abänderung der Form bei dauernder Gestaltung.

Im letzteren Falle kann die Ursache dieser Abänderung entweder in der Einwirkung eines ungleichartigen männlichen Zeugungstoffes auf den weiblichen Keim, oder in dem erst nach der Erzeugung stattfindenden Einflusse anderer Potenzen liegen. — In jedem lebenden Wesen liegt die Fähigkeit zu einer endlosen Mannichfaltigkeit der Gestaltungen; jedes besitzt das Vermögen, seine Organisation den Veränderungen der äußeren Welt anzupassen, und dieses durch den Wechsel des Universums in Thätigkeit gesetzte Vermögen ist es, was die einfachen Zoophyten der Vorwelt zu immer höheren Stufen der Organisation gesteigert und eine zahllose Mannichfaltigkeit in die lebende Natur gebracht hat.“

Unter Zoophyten versteht hier Treviranus die Organismen niedersten Ranges und einfachster Beschaffenheit, insbesondere jene neutralen, zwischen Thier und Pflanze in der Mitte stehenden Urwesen, die im Ganzen unseren Protisten entsprechen. „Diese Zoophyten“, sagt er an einer anderen Stelle, „sind die Urformen, aus welchen alle Organismen der höheren Klassen durch allmähliche Entwicklung entstanden sind. Wir sind ferner der Meinung, daß jede Art, wie jedes Individuum, gewisse Perioden des Wachstums, der Blüthe und des Absterbens hat, daß aber ihr Absterben nicht Auflösung, wie bei dem Individuum, sondern Degeneration ist. Und hieraus scheint uns zu folgen, daß es nicht, wie man gewöhnlich annimmt, die großen Katastrophen der Erde sind, was die Thiere der Vorwelt vertilgt hat, sondern daß Viele diese überlebt haben, und daß sie vielmehr deswegen aus der jetzigen Natur verschwunden sind, weil die Arten, zu welchen sie gehörten, den Kreislauf ihres Daseins vollendet haben und in andere Gattungen übergegangen sind.“

Wenn Treviranus an diesen und an anderen Stellen Degeneration als die wichtigste Ursache der Umbildung der Thier- und Pflanzen-Arten ansieht, so versteht er darunter nicht „Entartung“ oder Degeneration in dem heute gebräuchlichen Sinne. Vielmehr ist seine „Degeneration“ ganz dasselbe was wir heute Anpassung, oder Abänderung durch den äußeren Bildungstrieb nennen. Daß Tre-

v i r a n u s diese Umbildung der organischen Species durch Anpassung, und ihre Erhaltung durch Vererbung, die ganze Mannichfaltigkeit der organischen Formen aber durch die Wechselwirkung von Anpassung und Vererbung erklärte, geht auch aus mehreren anderen Stellen klar hervor. Wie tief er dabei die gegenseitige Abhängigkeit aller lebenden Wesen von einander, und überhaupt den universalen Causalnexus, d. h. den einheitlichen ursächlichen Zusammenhang zwischen allen Gliedern und Theilen des Weltalls erfaßte, zeigt unter andern noch folgender Satz der Biologie: „Das lebende Individuum ist abhängig von der Art, die Art von dem Geschlechte, dieses von der ganzen lebenden Natur, und die letztere von dem Organismus der Erde. Das Individuum besitzt zwar ein eigenthümliches Leben und bildet insofern eine eigene Welt. Aber eben weil das Leben desselben beschränkt ist, so macht es doch zugleich auch ein Organ in dem allgemeinen Organismus aus. Jeder lebende Körper besteht durch das Universum; aber das Universum besteht auch gegenseitig durch ihn.“

Daß dieser großartigen mechanischen Auffassung des Universums zufolge Treviranus auch für den Menschen keine privilegierte Ausnahmestellung in der Natur zuließ, vielmehr die allmähliche Entwicklung desselben aus niederen Thierformen annahm, ist bei einem so tief und klar denkenden Naturphilosophen selbstverständlich. Und eben so selbstverständlich ist es andererseits, daß er keine Kluft zwischen organischer und anorganischer Natur anerkannte, vielmehr die absolute Einheit in der Organisation des ganzen Weltgebäudes behauptete. Dies bezeugt namentlich der folgende Satz: „Jede Untersuchung über den Einfluß der gesammten Natur auf die lebende Welt muß von dem Grundsatz ausgehen, daß alle lebenden Gestalten Producte physischer, noch in jetzigen Zeiten stattfindender, und nur dem Grade oder der Richtung nach veränderter Einflüsse sind.“ Hiermit ist, wie Treviranus selbst sagt, „das Grundproblem der Biologie gelöst“, und, fügen wir hinzu, in rein monistischem oder mechanischem Sinne gelöst.

Als der bedeutendste der deutschen Naturphilosophen gilt gewöhn-

lich weder Treviranus, noch Goethe, sondern Lorenz Oken, welcher bei Begründung der Wirbeltheorie des Schädels als Nebenbuhler Goethe's auftrat, und diesem nicht gerade freundlich gesinnt war. Bei der sehr verschiedenen Natur der beiden großen Männer, welche eine Zeit lang in nachbarschaftlicher Nähe lebten, konnten sie sich doch gegenseitig nicht wohl anziehen. Oken's Lehrbuch der Naturphilosophie, welches als das bedeutendste Erzeugniß der damaligen naturphilosophischen Schule in Deutschland bezeichnet werden kann, erschien 1809, in demselben Jahre, in welchem auch Lamarck's fundamentales Werk, die „Philosophie zoologique“ erschien. Schon 1802 hatte Oken einen „Grundriß der Naturphilosophie“ veröffentlicht. Wie schon früher angedeutet wurde, finden wir bei Oken, versteckt unter einer Fülle von irrigen, zum Theil sehr abenteuerlichen und phantastischen Vorstellungen, eine Anzahl von werthvollen und tiefen Gedanken. Einige von diesen Ideen haben erst in neuerer Zeit, viele Jahre nachdem sie von ihm ausgesprochen wurden, allmählich wissenschaftliche Geltung erlangt. Ich will Ihnen hier von diesen, fast prophetisch ausgesprochenen Gedanken nur zwei anführen, welche zugleich zu der Entwicklungstheorie in der innigsten Beziehung stehen.

Eine der wichtigsten Theorien Oken's, welche früherhin sehr verschrieen, und namentlich von den sogenannten exakten Empirikern auf das stärkste bekämpft wurde, ist die Idee, daß die Lebenserscheinungen aller Organismen von einem gemeinschaftlichen chemischen Substrate ausgehen, gewissermaßen einem allgemeinen, einfachen „Lebensstoff“, welchen er mit dem Namen „Urschleim“ belegte. Er dachte sich darunter, wie der Name sagt, eine schleimartige Substanz, eine Eiweißverbindung, die in festflüssigem Aggregatzustande befindlich ist, und das Vermögen besitzt, durch Anpassung an verschiedene Existenzbedingungen der Außenwelt, und in Wechselwirkung mit deren Materie, die verschiedensten Formen hervorzubringen. Nun brauchen Sie bloß das Wort Urschleim in das Wort Protoplasma oder Zellstoff umzusetzen, um zu einer der größten Errungenschaften zu

gelangen, welche wir den mikroskopischen Forschungen der letzten zehn Jahre, insbesondere denjenigen von Mag Schulze²⁴), verdanken. Durch diese Untersuchungen hat sich herausgestellt, daß in allen lebendigen Naturkörpern ohne Ausnahme eine gewisse Menge einer schleimigen, eiweißartigen Materie in festflüssigem Dichtigkeitszustande sich vorfindet, und daß diese stickstoffhaltige Kohlenstoffverbindung ausschließlich der ursprüngliche Träger und Bewirker aller Lebenserscheinungen und aller organischen Formbildung ist. Alle anderen Stoffe, welche außerdem noch im Organismus vorkommen, werden erst von diesem activen Lebensstoff gebildet, oder von außen aufgenommen. Das organische Ei, die ursprüngliche Zelle, aus welcher sich jedes Thier und jede Pflanze zuerst entwickelt, besteht wesentlich nur aus einem runden Klümpchen solcher eiweißartigen Materie. Auch der Eidotter ist nur Eiweiß, mit Fettkörnchen gemengt. Oken hatte also wirklich Recht, indem er mehr ahnend, als wissend den Satz aussprach: „Alles Organische ist aus Schleim hervorgegangen, ist Nichts als verschieden gestalteter Schleim. Dieser Urschleim ist im Meere im Verfolge der Planeten-Entwicklung aus anorganischer Materie entstanden.“

Mit der Urschleimtheorie Oken's, welche wesentlich mit der neuerlich erst fest begründeten, äußerst wichtigen Protoplasmatheorie zusammenfällt, steht eine andere, eben so großartige Idee desselben Naturphilosophen in engem Zusammenhang. Oken behauptete nämlich schon 1809, daß der durch Urzeugung im Meere entstehende Urschleim alsbald die Form von mikroskopisch kleinen Bläschen annehme, welche er Mile oder Infusorien nannte. „Die organische Welt hat zu ihrer Basis eine Unendlichkeit von solchen Bläschen“. Die Bläschen entstehen aus den ursprünglichen festflüssigen Urschleimkugeln dadurch, daß die Peripherie derselben sich verdichtet. Die einfachsten Organismen sind einfache solche Bläschen oder Infusorien. Jeder höhere Organismus, jedes Thier und jede Pflanze vollkommenerer Art ist weiter Nichts als „eine Zusammenhäufung (Synthesis) von solchen infusorialen Bläschen, die durch verschiedene Combinationen sich verschieden gestalten und so zu höheren Organismen aufwach-

fen". Sie brauchen nun wiederum das Wort Bläschen oder Infusorium nur durch das Wort Zelle zu ersetzen, um zu einer der größten biologischen Theorien unseres Jahrhunderts, zur Zellentheorie zu gelangen. Schleiden und Schwann haben zuerst vor dreißig Jahren den empirischen Beweis geliefert, daß alle Organismen entweder einfache Zellen oder Zusammenhäufungen (Synthesen) von solchen Zellen sind; und die neuere Protoplasmatheorie hat nachgewiesen, daß der wesentlichste (und bisweilen der einzige!) Bestandtheil der echten Zelle das Protoplasma (der Urschleim) ist. Die Eigenschaften, die Oken seinen Infusorien zuschreibt, sind eben die Eigenschaften der Zellen, die Eigenschaften der elementaren Individuen, durch deren Zusammenhäufung, Verbindung und mannichfaltige Ausbildung die höheren Organismen entstanden sind.

Diese beiden, außerordentlich fruchtbaren Gedanken Oken's wurden wegen der absurden Form, in der er sie aussprach, nur wenig berücksichtigt, oder gänzlich verkannt; und es war einer viel späteren Zeit vorbehalten, dieselben durch die Erfahrung zu begründen. Im engsten Zusammenhang mit diesen Vorstellungen stand natürlich auch die Annahme einer Abstammung der einzelnen Thier- und Pflanzenarten von gemeinsamen Stammformen und einer allmählichen, stufenweisen Entwicklung der höheren Organismen aus den niedern. Auch vom Menschen behauptete Oken seine Entwicklung aus niederen Organismen: „Der Mensch ist entwickelt, nicht erschaffen“. So viele willkürliche Verlehrtheiten und ausschweifende Phantasiesprünge sich auch in Oken's Naturphilosophie finden mögen, so können sie uns doch nicht hindern, diesen großen und ihrer Zeit weit vorausseilenden Ideen unsere gerechte Bewunderung zu zollen. So viel geht aus den angeführten Behauptungen Goethe's und Oken's, und aus den demnächst zu erörternden Ansichten Lamarck's und Geoffroy's mit Sicherheit hervor, daß in den ersten Decennien unseres Jahrhunderts Niemand der natürlichen, durch Darwin neu begründeten Entwicklungstheorie so nahe kam, als die vielverschiedene Naturphilosophie.

Fünfter Vortrag.

Entwicklungstheorie von Kant und Lamarck.

Kant's dualistische Biologie. Seine Ansicht von der Entstehung der Anorgane durch mechanische, der Organismen durch zweckthätige Ursachen. Widerspruch dieser Ansicht mit seiner Hinneigung zur Abstammungslehre. Kant's genealogische Entwicklungstheorie. Beschränkung derselben durch seine Teleologie. Vergleichung der genealogischen Biologie mit der vergleichenden Sprachforschung. Ansichten zu Gunsten der Descendenztheorie von Leopold Buch, Bär, Schleiden, Unger, Schaafhausen, Victor Carus, Blüchner. Die französische Naturphilosophie. Lamarck's Philosophie zoologique. Lamarck's monistisches (mechanisches) Natursystem. Seine Ansichten von der Wechselwirkung der beiden organischen Bildungskräfte, der Vererbung und Anpassung. Lamarck's Ansicht von der Entwicklung des Menschengeschlechts aus affenartigen Säugethieren. Bertheidigung der Descendenztheorie durch Geoffroy S. St. Hilaire, Raudin und Lecoq. Die englische Naturphilosophie. Ansichten zu Gunsten der Descendenztheorie von Erasmus Darwin, W. Herbert, Grant, Freke, Herbert Spencer, Hooker, Huxley. Doppeltes Verdienst von Charles Darwin.

Meine Herren! Die teleologische Naturbetrachtung, welche die Erscheinungen in der organischen Welt durch die zweckmäßige Thätigkeit eines persönlichen Schöpfers oder einer zweckthätigen Endursache erklärt, führt nothwendig in ihren letzten Konsequenzen entweder zu ganz unhaltbaren Widersprüchen, oder zu einer zwiespältigen (dualistischen) Naturauffassung, welche zu der überall wahrnehmbaren Einheit und Einfachheit der obersten Naturgesetze im entschiedensten Widerspruch steht. Die Philosophen, welche jener Teleologie huldigen, müssen nothwendiger Weise zwei grundverschiedene Naturen annehmen: eine anorganische Natur, welche durch mechanisch wir-

fende Ursachen (*causae efficientes*), und eine organische Natur, welche durch zweckmäßig thätige Ursachen (*causae finales*) erklärt werden muß. (Vergl. S. 31.)

Dieser Dualismus tritt uns auffallend entgegen, wenn wir die Naturanschauung eines der größten deutschen Philosophen, Kant's, betrachten, und die Vorstellungen ins Auge fassen, welche er sich von der Entstehung der Organismen bildete. Eine nähere Betrachtung dieser Vorstellungen ist hier schon deshalb geboten, weil wir in Kant einen der wenigen Philosophen verehren, welche eine gebiegene naturwissenschaftliche Bildung mit einer außerordentlichen Klarheit und Tiefe der Speculation verbinden. Der Königsberger Philosoph erwarb sich nicht bloß durch Begründung der kritischen Philosophie den höchsten Ruhm unter den speculativen Philosophen, sondern auch durch seine mechanische Kosmogenie einen glänzenden Namen unter den Naturforschern. Schon im Jahre 1755 machte er in seiner „allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels²²⁾“ den kühnen Versuch, „die Verfassung und den mechanischen Ursprung des ganzen Weltgebäudes nach Newton'schen Grundsätzen abzuhandeln“, und mit Ausschluß aller Wunder aus dem natürlichen Entwicklungsgange der Materie mechanisch zu erklären. Diese Kantische Kosmogenie oder die „kosmologische Gastheorie“, welche wir nachher (im XIII. Vortrage) kurz erörtern werden, wurde späterhin von dem französischen Mathematiker Laplace und von dem englischen Astronomen Herschel ausführlicher begründet und erfreut sich noch heute einer fast allgemeinen Anerkennung. Schon allein wegen dieses wichtigen Werkes, in welchem exaktes physikalisches Wissen mit der geistvollsten Speculation gepaart ist, verdient Kant den Ehrennamen eines Naturphilosophen im besten und reinsten Sinne des Wortes.

Wenn Sie Kant's Kritik der teleologischen Urtheilskraft, sein bedeutendstes biologisches Werk, lesen, so gewahren Sie, daß er sich bei Betrachtung der organischen Natur wesentlich immer auf dem teleologischen oder dualistischen Standpunkt erhält, während er für die anorganische Natur unbedingt und ohne Rückhalt die mechanische oder

monistische Erklärungsmethode annimmt. Er behauptet, daß sich im Gebiete der anorganischen Natur sämtliche Erscheinungen aus mechanischen Ursachen, aus den bewegenden Kräften der Materie selbst erklären lassen, im Gebiete der organischen Natur dagegen nicht. In der gesammten Anorganologie (in der Geologie und Mineralogie, in der Meteorologie und Astronomie, in der Physik und Chemie der anorganischen Naturkörper) sollen alle Erscheinungen bloß durch Mechanismus (*causa efficiens*), ohne Dazwischenkunft eines Endzweckes erklärbar sein. In der gesammten Biologie dagegen, in der Botanik, Zoologie und Anthropologie, soll der Mechanismus nicht ausreichend sein, um alle Erscheinungen zu erklären; vielmehr können wir dieselben nur durch Annahme einer zweckmäßig wirkenden Endursache (*causa finalis*) begreifen. An mehreren Stellen hebt Kant ausdrücklich hervor, daß man, von einem streng naturwissenschaftlich-philosophischen Standpunkt aus, für alle Erscheinungen ohne Ausnahme eine mechanische Erklärungsweise fordern müsse, und daß der Mechanismus allein eine wirkliche Erklärung einschließe. Zugleich meint er aber, daß gegenüber den belebten Naturkörpern, den Thieren und Pflanzen, unser menschliches Erkenntnißvermögen beschränkt sei, und nicht ausreiche, um hinter die eigentliche wirksame Ursache der organischen Vorgänge, insbesondere der Entstehung der organischen Formen, zu gelangen. Die Befugniß der menschlichen Vernunft zur mechanischen Erklärung aller Erscheinungen sei unbeschränkt, aber ihr Vermögen dazu begrenzt, indem man die organische Natur nur teleologisch betrachten könne.

Nun sind aber einige Stellen sehr merkwürdig, in denen Kant auffallend von dieser Anschauung abweicht, und mehr oder minder bestimmt den Grundgedanken der Abstammungslehre ausspricht. Er behauptet da sogar die Nothwendigkeit einer genealogischen Auffassung des organischen Systems, wenn man überhaupt zu einem wissenschaftlichen Verständniß desselben gelangen wolle. Die wichtigste und merkwürdigste von diesen Stellen findet sich in der „Methodenlehre der teleologischen Urtheilskraft“ (§. 79), welche 1790 in der „Kritik der

Urtheilskraft“ erschien. Bei dem außerordentlichen Interesse, welches diese Stelle sowohl für die Beurtheilung der Kantischen Philosophie, als für die Geschichte der Descendenztheorie besitzt, erlaube ich mir, Ihnen dieselbe hier wörtlich mitzutheilen.

„Es ist rühmlich, mittelst einer comparativen Anatomie die große Schöpfung organisirter Naturen durchzugehen, um zu sehen: ob sich daran nicht etwas einem System Aehnliches, und zwar dem Erzeugungsprincip nach, vorfinde, ohne daß wir nöthig haben, beim bloßen Beurtheilungsprincip, welches für die Einsicht ihrer Erzeugung keinen Aufschluß giebt, stehen zu bleiben, und muthlos allen Anspruch auf Natureinsicht in diesem Felde aufzugeben. Die Uebereinkunft so vieler Thiergattungen in einem gewissen gemeinsamen Schema, das nicht allein in ihrem Knochenbau, sondern auch in der Anordnung der übrigen Theile zum Grunde zu liegen scheint, wo bewunderungswürdige Einfalt des Grundrisses durch Verkürzung einer und Verlängerung anderer, durch Einwickelung dieser und Auswickelung jener Theile, eine so große Mannichfaltigkeit von Species hat hervorbringen können, läßt einen obgleich schwachen Strahl von Hoffnung ins Gemüth fallen, daß hier wohl Etwas mit dem Princip des Mechanismus der Natur, ohne daß es ohnedies keine Naturwissenschaft geben kann, auszurichten sein möchte. Diese Analogie der Formen, so fern sie bei aller Verschiedenheit einem gemeinschaftlichen Urbilde gemäß erzeugt zu sein scheinen, verstärkt die Vermuthung einer wirklichen Verwandtschaft derselben in der Erzeugung von einer gemeinschaftlichen Urmutter durch die stufenartige Annäherung einer Thiergattung zur anderen, von derjenigen an, in welcher das Princip der Zwecke am meisten bewährt zu sein scheint, nämlich dem Menschen, bis zum Polyp, von diesem sogar bis zu Moosen und Flechten, und endlich zu der niedrigsten und merklichen Stufe der Natur, zur rohen Materie: aus welcher und ihren Kräften nach mechanischen Gesetzen (gleich denen, danach sie in Krystallerzeugungen wirkt) die ganze Technik der Natur, die uns in organisirten Wesen so unbegreiflich ist, daß wir uns dazu ein anderes Princip zu denken ge-

nöthigt glauben, abzustammen scheint. Hier steht es nun dem Archäologen der Natur frei, aus den übrig gebliebenen Spuren ihrer ältesten Revolutionen, nach allen ihm bekannten oder gemuthmaßten Mechanismen derselben, jene große Familie von Geschöpfen (denn so müßte man sie sich vorstellen, wenn die genannte, durchgängig zusammenhängende Verwandtschaft einen Grund haben soll) entspringen zu lassen“.

Wenn Sie diese merkwürdige Stelle aus Kant's Kritik der teleologischen Urtheilskraft herausnehmen und einzeln für sich betrachten, so müssen Sie darüber erstaunen, wie tief und klar der große Denker schon damals (1790!) die innere Nothwendigkeit der Abstammungslehre erkannte, und sie als den einzig möglichen Weg zur Erklärung der organischen Natur durch mechanische Gesetze, d. h. zu einer wahrhaft wissenschaftlichen Erkenntniß bezeichnete. Auf Grund dieser einen Stelle könnte man Kant geradezu neben Goethe und Lamarck als einen der ersten Begründer der Abstammungslehre bezeichnen, und dieser Umstand dürfte bei dem hohen Ansehen, in welchem Kant's kritische Philosophie mit vollem Rechte steht, vielleicht geeignet sein, manchen Philosophen zu Gunsten derselben umzustimmen. Sobald Sie indessen diese Stelle im Zusammenhang mit dem übrigen Gedankengang der „Kritik der Urtheilskraft“ betrachten, und anderen geradezu widersprechenden Stellen gegenüber halten, zeigt sich Ihnen deutlich, daß Kant in diesen und einigen ähnlichen (aber schwächeren) Sätzen über sich selbst hinausging und seinen in der Biologie gewöhnlich eingenommenen teleologischen Standpunkt verließ.

Selbst unmittelbar auf jenen wörtlich angeführten, bewunderungswürdigen Satz folgt ein Zusatz, welcher demselben die Spitze abbricht. Nachdem Kant so eben ganz richtig die „Entstehung der organischen Formen aus der rohen Materie nach mechanischen Gesetzen (gleich denen der Krystallerzeugung)“, sowie eine stufenweise Entwicklung der verschiedenen Species durch Abstammung von einer gemeinschaftlichen Urmutter behauptet hatte, fügte er hinzu: „Allein er (der Archäolog der Natur, d. h. der Paläontolog) muß gleich-

wohl zu dem Ende dieser allgemeinen Mutter eine auf alle diese Geschöpfe zweckmäßig gestellte Organisation beilegen, widrigenfalls die Zweckform der Producte des Thier- und Pflanzenreichs ihrer Möglichkeit nach gar nicht zu denken ist“. Offenbar hebt dieser Zusatz den wichtigsten Grundgedanken des vorhergehenden Satzes, daß durch die Descendenztheorie eine rein mechanische Erklärung der organischen Natur möglich werde, vollständig wieder auf. Und daß diese teleologische Betrachtung der organischen Natur bei Kant die herrschende war, zeigt schon die Ueberschrift des merkwürdigen §. 79, welcher jene beiden widersprechenden Sätze enthält: „Von der nothwendigen Unterordnung des Principis des Mechanismus unter das teleologische in Erklärung eines Dinges als Naturzweck“.

Am schärfsten spricht sich Kant gegen die mechanische Erklärung der organischen Natur in folgender Stelle aus (§. 74): „Es ist ganz gewiß, daß wir die organisirten Wesen und deren innere Möglichkeit nach bloß mechanischen Principien der Natur nicht einmal zureichend kennen lernen, viel weniger uns erklären können, und zwar so gewiß, daß man dreist sagen kann: Es ist für Menschen ungereimt, auch nur einen solchen Anschlag zu fassen, oder zu hoffen, daß noch etwa dereinst ein Newton aufstehen könne, der auch nur die Erzeugung eines Grasshalms nach Naturgesetzen, die keine Absicht geordnet hat, begreiflich machen werde, sondern man muß diese Einsicht dem Menschen schlechterdings absprechen“. Nun ist aber dieser unmögliche Newton siebenzig Jahre später in Darwin wirklich erschienen, und seine Selectionstheorie hat die Aufgabe thatsächlich gelöst, deren Lösung Kant für absolut undenkbar erklärt hatte!

Im Anschluß an Kant und an die deutschen Naturphilosophen, mit deren Entwicklungstheorien wir uns im vorhergehenden Vortrage beschäftigt haben, erscheint es gerechtfertigt, jetzt noch kurz einiger anderer deutscher Naturforscher und Philosophen zu gedenken, welche im Laufe unseres Jahrhunderts mehr oder minder bestimmt

gegen die herrschenden teleologischen Schöpfungsvorstellungen sich auflehnten, und den mechanischen Grundgedanken der Abstammungslehre geltend machten. Bald waren es mehr allgemeine philosophische Betrachtungen, bald mehr besondere empirische Wahrnehmungen, welche diese denkenden Männer auf die Vorstellung brachten, daß die einzelnen organischen Species von gemeinsamen Stammformen abstammen müßten. Unter ihnen will ich zunächst den großen deutschen Geologen Leopold Buch hervorheben. Wichtige Beobachtungen über die geographische Verbreitung der Pflanzen führten ihn in seiner trefflichen „physikalischen Beschreibung der canarischen Inseln“ zu folgendem merkwürdigen Ausspruch:

„Die Individuen der Gattungen auf Continenten breiten sich aus, entfernen sich weit, bilden durch Verschiedenheit der Standörter, Nahrung und Boden Varietäten, welche, in ihrer Entfernung nie von anderen Varietäten gekreuzt und dadurch zum Haupttypus zurückgebracht, endlich constant und zur eignen Art werden. Dann erreichen sie vielleicht auf anderen Wegen auf das Neue die ebenfalls veränderte vorige Varietät, beide nun als sehr verschiedene und sich nicht wieder mit einander vermischende Arten. Nicht so auf Inseln. Gewöhnlich in enge Thäler, oder in den Bezirk schmaler Zonen gebannt, können sich die Individuen erreichen und jede gesuchte Fixirung einer Varietät wieder zerstören. Es ist dies ungefähr so, wie Sonderbarkeiten oder Fehler der Sprache zuerst durch das Haupt einer Familie, dann durch Verbreitung dieser selbst, über einen ganzen Distrikt einheimisch werden. Ist dieser abge sondert und isolirt, und bringt nicht die stete Verbindung mit andern die Sprache auf ihre vorherige Reinheit zurück, so wird aus dieser Abweichung ein Dialekt. Verbinden natürliche Hindernisse, Wälder, Verfassung, Regierung die Bewohner des abweichenden Distrikts noch enger, und trennen sie sie noch schärfer von den Nachbarn, so fixirt sich der Dialekt, und es wird eine völlig verschiedene Sprache.“ (Uebersicht der Flora auf den Canarien, S. 133.)

Sie sehen, daß Buch hier auf den Grundgedanken der Abstammungslehre durch die Erscheinungen der Pflanzengeographie geführt

wird, ein biologisches Gebiet, welches in der That eine Masse von Beweisen zu Gunsten derselben liefert. Darwin hat diese Beweise in zwei besonderen Kapiteln seines Werkes (dem elften und zwölften) ausführlich erörtert. Buch's Bemerkung ist aber auch deshalb von Interesse, weil sie uns auf die äußerst lehrreiche Vergleichung der verschiedenen Sprachzweige und der Organismenarten führt, eine Vergleichung, welche sowohl für die vergleichende Sprachwissenschaft, als für die vergleichende Thier- und Pflanzenkunde vom größten Nutzen ist. Gleichwie z. B. die verschiedenen Dialecte, Mundarten, Sprachäste und Sprachzweige der deutschen, slavischen, griechisch-lateinischen und iranisch-indischen Grundsprache von einer einzigen gemeinschaftlichen indogermanischen Ursprache abstammen, und gleichwie sich deren Unterschiede durch die Anpassung, ihre gemeinsamen Grundcharaktere durch die Vererbung erklären, so stammen auch die verschiedenen Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen und Klassen der Wirbelthiere von einer einzigen gemeinschaftlichen Wirbelthierform ab; auch hier ist die Anpassung die Ursache der Verschiedenheiten, die Vererbung die Ursache des gemeinsamen Grundcharacters. Dieser interessante Parallelismus in der divergenten Entwicklung der Sprachformen und der Organismen-Formen ist in sehr einleuchtender Weise von einem unserer ersten vergleichenden Sprachforscher erörtert worden, von dem genialen August Schleicher, dessen vor vier Jahren allzufrüh erfolgter Tod nicht allein für unsere Universität Jena, sondern für die ganze monistische Wissenschaft ein unerseßlicher Verlust bleibt⁶⁾.

Von anderen hervorragenden deutschen Naturforschern, die sich mehr oder minder bestimmt für die Descendenztheorie aussprachen, und die auf ganz verschiedenen Wegen zu derselben hingeführt wurden, habe ich zunächst Carl Ernst Bär zu nennen, den großen Reformator der thierischen Entwicklungsgeschichte. In einem 1834 gehaltenen Vortrage, betitelt: „Das allgemeinste Gesetz der Natur in aller Entwicklung“ erläutert derselbe vortreflich, daß nur eine ganz kindische Naturbetrachtung die organischen Arten als bleibende und unveränderliche Typen ansehen könne, und daß im Gegentheil diesel-

ben nur vorübergehende Zeugungsreihen sein können, die durch Umbildung aus gemeinsamen Stammformen sich entwickelt haben. Dieselbe Ansicht begründete Bär später (1859) durch die Gesetze der geographischen Verbreitung der Organismen.

J. M. Schleiden, welcher vor 30 Jahren hier in Jena durch seine streng empirisch-philosophische und wahrhaft wissenschaftliche Methode eine neue Epoche für die Pflanzenkunde begründete, erläuterte in seinen bahnbrechenden Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik⁷⁾ die philosophische Bedeutung des organischen Speciesbegriffes, und zeigte, daß derselbe nur in dem allgemeinen Gesetze der Specification seinen subjectiven Ursprung habe. Die verschiedenen Pflanzenarten sind nur die specificirten Producte der Pflanzenbildungsstriche, welche durch die verschiedenen Combinationen der Grundkräfte der organischen Materie entstehen.

Der ausgezeichnete Wiener Botaniker F. Unger wurde durch seine gründlichen und umfassenden Untersuchungen über die ausgestorbenen Pflanzenarten zu einer paläontologischen Entwicklungsgeschichte des Pflanzenreichs geführt, welche den Grundgedanken der Abstammungslehre klar ausspricht. In seinem „Versuch einer Geschichte der Pflanzenwelt“ (1852) behauptet er die Abstammung aller verschiedenen Pflanzenarten von einigen wenigen Stammformen, und vielleicht von einer einzigen Urpflanze, einer einfachsten Pflanzenzelle. Er zeigt, daß diese Anschauungsweise von dem genetischen Zusammenhang aller Pflanzenformen nicht nur physiologisch nothwendig, sondern auch empirisch begründet sei⁸⁾.

Victor Carus in Leipzig that in der Einleitung zu seinem 1853 erschienenen trefflichen „System der thierischen Morphologie“⁹⁾, welches die allgemeinen Bildungsgesetze des Thierkörpers durch die vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte philosophisch zu begründen versuchte, folgenden Ausspruch: „Die in den ältesten geologischen Lagern begrabenen Organismen sind als die Urahnen zu betrachten, aus denen durch fortgesetzte Zeugung und Akkommodation

an progressiv sehr verschiedene Lebensverhältnisse der Formenreichtum der jetzigen Schöpfung entstand“.

In demselben Jahre (1853) erklärte sich der Bonner Anthropologe Schaaffhausen in einem Aufsatze „über Beständigkeit und Umwandlung der Arten“ entschieden zu Gunsten der Descendenztheorie. Die lebenden Pflanzen- und Thierarten sind nach ihm die umgebildeten, Nachkommen der ausgestorbenen Species, aus denen sie durch allmähliche Abänderung entstanden sind. Das Auseinanderweichen (die Divergenz oder Sonderung) der nächstverwandten Arten geschieht durch Zerstörung der verbindenden Zwischenstufen. Auch für den thierischen Ursprung des Menschengeschlechts und seine allmähliche Entwicklung aus affenähnlichen Thieren, die wichtigste Consequenz der Abstammungslehre, sprach sich Schaaffhausen (1857) schon mit Bestimmtheit aus.

Endlich ist von deutschen Naturphilosophen noch besonders Louis Büchner hervorzuheben, welcher in seinem berühmten Buche „Kraft und Stoff“ 1855 ebenfalls die Grundzüge der Descendenztheorie selbstständig entwickelte, und zwar vorzüglich auf Grund der unwiderleglichen empirischen Zeugnisse, welche uns die paläontologische und die individuelle Entwicklung der Organismen, sowie ihre vergleichende Anatomie, und der Parallelismus dieser Entwicklungsreihen liefert. Büchner zeigte sehr einleuchtend, daß schon hieraus eine Entstehung der verschiedenen organischen Species aus gemeinsamen Stammformen nothwendig folge, und daß die Entstehung dieser ursprünglichen Stammformen nur durch Urzeugung denkbar sei¹⁰⁾.

Von den deutschen Naturphilosophen wenden wir uns nun zu den französischen, welche ebenfalls seit dem Beginne unseres Jahrhunderts die Entwicklungstheorie vertraten.

An der Spitze der französischen Naturphilosophie steht Jean Lamarck, welcher in der Geschichte der Abstammungslehre neben Darwin und Goethe den ersten Platz einnimmt. Ihm wird der unsterbliche Ruhm bleiben, zum ersten Male die Descendenztheorie als selbstständige wissenschaftliche Theorie ersten Ranges durchgeführt

und als die naturphilosophische Grundlage der ganzen Biologie festgestellt zu haben. Obwohl Lamarck bereits 1744 geboren wurde, begann er doch mit Veröffentlichung seiner Theorie erst im Beginn unseres Jahrhunderts, im Jahre 1801, und begründete dieselbe erst ausführlicher 1809, in seiner klassischen „Philosophie zoologique“²⁾. Dieses bewunderungswürdige Werk ist die erste zusammenhängende und streng bis zu allen Konsequenzen durchgeführte Darstellung der Abstammungslehre. Durch die rein mechanische Betrachtungsweise der organischen Natur und die streng philosophische Begründung von deren Nothwendigkeit erhebt sich Lamarck's Werk weit über die vorherrschend dualistischen Anschauungen seiner Zeit, und bis auf Darwin's Werk, welches gerade ein halbes Jahrhundert später erschien, finden wir kein zweites, welches wir in dieser Beziehung der Philosophie zoologique an die Seite setzen könnten. Wie weit dieselbe ihrer Zeit vorausseilte, geht wohl am besten daraus hervor, daß sie von den Meisten gar nicht verstanden und fünfzig Jahre hindurch todtgeschwiegen wurde. Lamarck's größter Gegner, Cuvier, erwähnt in seinem Bericht über die Fortschritte der Naturwissenschaften, in welchem die unbedeutendsten anatomischen Untersuchungen Aufnahme fanden, dieses epochemachende Werk mit keinem Worte. Auch Goethe, welcher sich so lebhaft für die französische Naturphilosophie, für „die Gedanken der verwandten Geister jenseits des Rheins“, interessirte, gedenkt Lamarck's nirgends, und scheint die Philosophie zoologique gar nicht gekannt zu haben. Den hohen Ruf, welchen Lamarck sich als Naturforscher erwarb, verdankt derselbe nicht seinem höchst bedeutenden allgemeinen Werke, sondern zahlreichen speciellen Arbeiten über niedere Thiere, insbesondere Mollusken, sowie einer ausgezeichneten „Naturgeschichte der wirbellosen Thiere“, welche 1815—1822 in sieben Bänden erschien. Der erste Band dieses berühmten Werkes (1815) enthält in der allgemeinen Einleitung ebenfalls eine ausführliche Darstellung seiner Abstammungslehre. Von der ungemeinen Bedeutung der Philosophie zoologique kann ich Ihnen vielleicht keine bessere

Vorstellung geben, als wenn ich Ihnen daraus einige der wichtigsten Sätze wörtlich anführe:

„Die systematischen Eintheilungen, die Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten, sowie deren Benennungen sind willkürliche Kunstzeugnisse des Menschen. Die Arten oder Species der Organismen sind von ungleichem Alter, nach einander entwickelt und zeigen nur eine relative, zeitweilige Beständigkeit; aus Varietäten gehen Arten hervor. Die Verschiedenheit in den Lebensbedingungen wirkt verändernd auf die Organisation, die allgemeine Form und die Theile der Thiere ein, ebenso der Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe. Im ersten Anfang sind nur die allereinfachsten und niedrigsten Thiere und Pflanzen entstanden und erst zuletzt diejenigen von der höchst zusammengesetzten Organisation. Der Entwicklungsgang der Erde und ihrer organischen Bevölkerung war ganz continuirlich, nicht durch gewaltsame Revolutionen unterbrochen. Das Leben ist nur ein physikalisches Phänomen. Alle Lebenserscheinungen beruhen auf mechanischen, auf physikalischen und chemischen Ursachen, die in der Beschaffenheit der organischen Materie selbst liegen. Die einfachsten Thiere und die einfachsten Pflanzen, welche auf der tiefsten Stufe der Organisationsleiter stehen, sind entstanden und entstehen noch heute durch Urzeugung (*Generatio spontanea*). Alle lebendigen Naturkörper oder Organismen sind denselben Naturgesetzen, wie die leblosen Naturkörper oder die Anorgane unterworfen. Die Ideen und Thätigkeiten des Verstandes sind Bewegungserscheinungen des Centralnervensystems. Der Wille ist in Wahrheit niemals frei. Die Vernunft ist nur ein höherer Grad von Entwicklung und Verbindung der Urtheile.“

Das sind nun in der That erstaunlich kühne, großartige und weitreichende Ansichten, welche Lamarck vor 60 Jahren in diesen Sätzen niederlegte, und zwar zu einer Zeit, in welcher deren Begründung durch massenhafte Thatfachen nicht entfernt so, wie heutzutage, möglich war. Sie sehen, daß Lamarck's Werk eigentlich ein vollständiges, streng monistisches (mechanisches) Natursystem ist, daß alle

wichtigen allgemeinen Grundsätze der monistischen Biologie bereits von ihm vertreten werden: Die Einheit der wirkenden Ursachen in der organischen und anorganischen Natur, der letzte Grund dieser Ursachen in den chemischen und physikalischen Eigenschaften der Materie, der Mangel einer besonderen Lebenskraft oder einer organischen Endursache; die Abstammung aller Organismen von einigen wenigen, höchst einfachen Stammformen oder Urwesen, welche durch Urzeugung aus anorganischen Materien entstanden sind; der zusammenhängende Verlauf der ganzen Erdgeschichte, und der Mangel der gewaltsamen und totalen Erdrevolutionen, und überhaupt die Undenkbarkeit jedes Wunders, jedes übernatürlichen Eingriffs in den natürlichen Entwicklungsgang der Materie.

Daß Lamarck's bewunderungswürdige Geistes that fast gar keine Anerkennung fand, liegt theils in der ungeheuren Weite des Riesenschritts, mit welchem er dem folgenden halben Jahrhundert vorauseilte, theils aber auch in der mangelhaften empirischen Begründung derselben, und in der oft etwas einseitigen Art seiner Beweisführung. Als die nächsten mechanischen Ursachen, welche die beständige Umbildung der organischen Formen bewirken, erkennt Lamarck ganz richtig die Verhältnisse der Anpassung an, während er die Formähnlichkeit der verschiedenen Arten, Gattungen, Familien u. s. w. mit vollem Rechte auf ihre Blutsverwandtschaft zurückführt, also durch die Vererbung erklärt. Die Anpassung besteht nach ihm darin, daß die beständige langsame Veränderung der Außenwelt eine entsprechende Veränderung in den Thätigkeiten und dadurch auch weiter in den Formen der Organismen bewirkt. Das größte Gewicht legt er dabei auf die Wirkung der Gewohnheit, auf den Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Allerdings ist dieser, wie Sie später sehen werden, für die Umbildung der organischen Formen von der höchsten Bedeutung. Allein in der Weise, wie Lamarck hieraus allein oder doch vorwiegend die Veränderung der Formen erklären wollte, ist das meistens doch nicht möglich. Er sagt z. B., daß der lange Hals der Giraffe entstanden sei durch das beständige Hinaufrecken des Halses

nach hohen Bäumen, und das Bestreben, die Blätter von deren Ästen zu pflücken; da die Giraffe meistens in trockenen Gegenden lebt, wo nur das Laub der Bäume ihr Nahrung gewährt, war sie zu dieser Thätigkeit gezwungen. Ebenso sind die langen Zungen der Spechte, Colibris und Ameisenfresser durch die Gewohnheit entstanden, ihre Nahrung aus engen, schmalen und tiefen Spalten oder Kanälen herauszuholen. Die Schwimmhäute zwischen den Zehen der Schwimmfüße bei Fröschen und anderen Wasserthieren sind lediglich durch das fortwährende Bemühen zu schwimmen, durch das Schlagen der Füße in das Wasser, durch die Schwimmbewegungen selbst entstanden. Durch Vererbung auf die Nachkommen wurden diese Gewohnheiten befestigt und durch weitere Ausbildung derselben schließlich die Organe ganz umgebildet. So richtig im Ganzen dieser Grundgedanke ist, so legt doch Lamarck zu ausschließlich das Gewicht auf die Gewohnheit (Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe), allerdings eine der wichtigsten, aber nicht die einzige Ursache der Formveränderung. Dies kann uns jedoch nicht hindern, anzuerkennen, daß Lamarck die Wechselwirkung der beiden organischen Bildungstriebe, der Anpassung und Vererbung, ganz richtig begriff. Nur fehlte ihm dabei das äußerst wichtige Princip der „natürlichen Züchtung im Kampfe um das Dasein“, mit welchem Darwin uns erst 50 Jahre später bekannt machte.

Als ein besonderes Verdienst Lamarck's ist nun noch hervorzuheben, daß er bereits versuchte, die Entwicklung des Menschengeschlechts aus anderen, zunächst affenartigen Säugethieren darzuthun. Auch hier war es wieder in erster Linie die Gewohnheit, der er den umbildenden, veredelnden Einfluß zuschrieb. Er nahm also an, daß die niedersten, ursprünglichen Urmenschen entstanden seien aus den menschenähnlichen Affen, indem die letzteren sich angewöhnt hätten, aufrecht zu gehen. Die Erhebung des Rumpfes, das beständige Streben, sich aufrecht zu erhalten, führte zunächst zu einer Umbildung der Gliedmaßen, zu einer stärkeren Differenzirung oder Sonderung der vorderen und hinteren Extremitäten, welche mit

Recht als einer der wesentlichsten Unterschiede zwischen Menschen und Affen gilt. Hinten entwickelten sich Waden und platte Fußsohlen, vorn Greifarme und Hände. Der aufrechte Gang hatte zunächst eine freiere Umschau über die Umgebung zur Folge, und damit einen bedeutenden Fortschritt in der geistigen Entwicklung. Die Menschenaffen erlangten dadurch bald ein großes Uebergewicht über die andern Affen, und weiterhin überhaupt über die umgebenden Organismen. Um die Herrschaft über diese zu behaupten, thaten sie sich in Gesellschaften zusammen, und es entwickelte sich, wie bei allen gesellig lebenden Thieren, das Bedürfniß einer Mittheilung ihrer Bestrebungen und Gedanken. So entstand das Bedürfniß der Sprache, deren anfangs rohe, ungegliederte Laute bald mehr und mehr in Verbindung gesetzt, ausgebildet und artikulirt wurden. Die Entwicklung der artikulirten Sprache war nun wieder der stärkste Hebel für eine weiter fortschreitende Entwicklung des Organismus und vor Allem des Gehirns, und so verwandelten sich allmählich und langsam die Affenmenschen in echte Menschen. Die wirkliche Abstammung der niedersten und rohesten Urmenschen von den höchst entwickelten Affen wurde also von Lamarck bereits auf das bestimmteste behauptet, und durch eine Reihe der wichtigsten Beweisgründe unterstüzt.

Als der bedeutendste der französischen Naturphilosophen gilt gewöhnlich nicht Lamarck, sondern Etienne Geoffroy St. Hilaire (der Ältere), geb. 1771, derjenige, für welchen auch Goethe sich besonders interessirte, und den wir oben bereits als den unterschiedensten Gegner Cuvier's kennen gelernt haben. Er entwickelte seine Ideen von der Umbildung der organischen Species bereits gegen Ende des vorigen Jahrhunderts, veröffentlichte dieselben aber erst im Jahre 1828, und vertheidigte sie dann in den folgenden Jahren, besonders 1830, tapfer gegen Cuvier. Geoffroy E. Hilaire nahm im Wesentlichen die Descendenztheorie Lamarck's an, glaubte jedoch, daß die Umbildung der Thier- und Pflanzenarten weniger durch die eigene Thätigkeit des Organismus, (durch Gewohnheit, Übung, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe) bewirkt werde, als vielmehr

durch den „Monde ambiant“, d. h. durch die beständige Veränderung der Außenwelt, insbesondere der Atmosphäre. Er faßt den Organismus gegenüber den Lebensbedingungen der Außenwelt mehr passiv oder leidend auf, Lamarck dagegen mehr activ oder handelnd. Geoffroy glaubt z. B., daß bloß durch Verminderung der Kohlensäure in der Atmosphäre aus eidechsenartigen Reptilien die Vögel entstanden seien, indem durch den größeren Sauerstoffgehalt der Athmungsprozeß lebhafter und energischer wurde. Dadurch entstand eine höhere Bluttemperatur, eine gesteigerte Nerven- und Muskelthätigkeit, aus den Schuppen der Reptilien wurden die Federn der Vögel u. s. w. Auch dieser Vorstellung liegt ein richtiger Gedanke zu Grunde. Aber wenn auch gewiß die Veränderung der Atmosphäre, wie die Veränderung jeder andern äußern Existenzbedingung, auf den Organismus direkt oder indirekt umgestaltend einwirkt, so ist dennoch diese einzelne Ursache an sich viel zu unbedeutend, um ihr solche Wirkungen zuzuschreiben. Sie ist selbst unbedeutender, als die von Lamarck zu einseitig betonte Uebung und Gewohnheit. Das Hauptverdienst von Geoffroy besteht darin, dem mächtigen Einflusse von Cuvier gegenüber die einheitliche Naturanschauung, die Einheit der organischen Formbildung und den tiefen genealogischen Zusammenhang der verschiedenen organischen Gestalten geltend gemacht zu haben. Die berühmten Streitigkeiten zwischen den beiden großen Gegnern in der Pariser Akademie, insbesondere die heftigen Conflictte am 22sten Februar und am 19. Juli 1830, an denen Goethe den lebendigsten Antheil nahm, habe ich bereits in dem vorhergehenden Vortrage erwähnt (S. 77, 78). Damals blieb Cuvier der anerkannte Sieger, und seit jener Zeit ist in Frankreich sehr Wenig oder eigentlich Nichts mehr für die weitere Entwicklung der Abstammungslehre, für den Ausbau einer monistischen Entwicklungstheorie geschehen. Dessenbar ist dies vorzugsweise dem hinderlichen Einflusse zuzuschreiben, welchen Cuviers große Autorität ausübte. Noch heute sind die meisten französischen Naturforscher Schüler und blinde Anhänger Cuvier's. In keinem wissenschaftlich gebildeten Lande Europa's hat

Darwin's Lehre so wenig gewirkt und ist sie so wenig verstanden worden, wie in Frankreich, so daß wir auf die französischen Naturforscher im weitern Verlauf unserer Betrachtungen uns gar nicht mehr zu beziehen brauchen. Höchstens könnten wir von den neuern französischen Naturforschern noch zwei angesehene Botaniker hervorheben, Raudin (1852) und Lecoq (1854), welche sich zu Gunsten der Veränderlichkeit und Umbildung der Arten auszusprechen wagten.

Nachdem wir nun die älteren Verdienste der deutschen und französischen Naturphilosophie um die Begründung der Abstammungslehre erörtert haben, wenden wir uns zu dem dritten großen Kulturlande Europas, zu dem freien England, welches in den letzten zehn Jahren der Hauptfiß und der eigentliche Ausgangsheerd für die weitere Ausbildung und die definitive Feststellung der Entwicklungstheorie geworden ist. Im Anfange unseres Jahrhunderts haben die Engländer, welche jetzt so lebendig an jedem großen wissenschaftlichen Fortschritt der Menschheit Theil nehmen, und die ewigen Wahrheiten der Naturwissenschaft in erster Linie fördern, an der festländischen Naturphilosophie und an deren bedeutendstem Fortschritt, der Descendenztheorie, nur wenig Antheil gewonnen. Fast der einzige ältere englische Naturforscher, den wir hier zu nennen haben, ist Erasmus Darwin, der Großvater des Reformators der Descendenztheorie. Er veröffentlichte im Jahre 1794 unter dem Titel „Zoonomia“ ein naturphilosophisches Werk, in welchem er ganz ähnliche Ansichten, wie Goethe und Lamarck ausspricht, ohne jedoch von diesen Männern damals irgend Etwas gewußt zu haben. Die Descendenztheorie lag offenbar schon damals in der Luft. Auch Erasmus Darwin legt großes Gewicht auf die Umgestaltung der Thier- und Pflanzenarten durch ihre eigene Lebenshätigkeit, durch die Angewöhnung an veränderte Existenzbedingungen u. s. w. Sodann spricht sich im Jahre 1822 W. Herbert dahin aus, daß die Arten oder Species der Thiere und Pflanzen Nichts weiter seien, als beständig gewordene Varietäten oder Spielarten. Ebenso erklärte 1826 Grant in Edinburg, daß neue Arten durch fortdauernde Umbildung aus bestehenden Arten

hervorgehen. 1841 behauptete Freke, daß alle organischen Wesen von einer einzigen Urform abstammen müßten. Ausführlicher und in sehr klarer philosophischer Form bewies 1852 Herbert Spencer die Nothwendigkeit der Abstammungslehre und begründete dieselbe näher in seinen 1858 erschienenen vortrefflichen „Essays“ und in den später veröffentlichten „Principles of Biology“⁴⁵). Derselbe hat zugleich das große Verdienst, die Entwicklungstheorie auf die Psychologie angewandt und gezeigt zu haben, daß auch die Seelenthätigkeiten und die Geisteskräfte nur stufenweise erworben und allmählich entwickelt werden konnten. Endlich ist noch hervorzuheben, daß 1859 der Erste unter den englischen Zoologen, Huxley, die Descendenztheorie als die einzige Schöpfungshypothese bezeichnete, welche mit der wissenschaftlichen Physiologie vereinbar sei. In demselben Jahre erschien die „Einleitung in die Lachmanische Flora“, worin der berühmte englische Botaniker Hooker die Descendenztheorie annimmt und durch wichtige eigene Beobachtungen unterstützt.

Sämmtliche Naturforscher und Philosophen, welche Sie in dieser kurzen historischen Uebersicht als Anhänger der Entwicklungstheorie kennen gelernt haben, gelangten im besten Falle zu der Anschauung, daß alle verschiedenen Thier- und Pflanzenarten, die zu irgend einer Zeit auf der Erde gelebt haben und noch jetzt leben, die allmählich veränderten und umgebildeten Nachkommen sind von einer einzigen, oder von einigen wenigen, ursprünglichen, höchst einfachen Stammformen, welche letztere einst durch Urzeugung (*Generatio spontanea*) aus anorganischer Materie entstanden. Aber keiner von jenen Naturphilosophen gelangte dazu, diesen Grundgedanken der Abstammungslehre ursächlich zu begründen, und die Umbildung der organischen Species durch den wahren Nachweis ihrer mechanischen Ursachen wirklich zu erklären. Diese schwierigste Aufgabe vermochte erst Charles Darwin zu lösen, und hierin liegt die weite Kluft, welche denselben von seinen Vorgängern trennt.

Das außerordentliche Verdienst Charles Darwin's ist nach meiner Ansicht ein doppeltes: er hat erstens die Abstammungslehre,

deren Grundgedanken schon Goethe und Lamarck klar aussprachen, viel umfassender entwickelt, viel eingehender nach allen Seiten verfolgt, und viel strenger im Zusammenhang durchgeführt, als alle seine Vorgänger; und er hat zweitens eine neue Theorie aufgestellt, welche uns die natürlichen Ursachen der organischen Entwicklung, die wirkenden Ursachen (*Causae efficientes*) der organischen Formbildung, der Veränderungen und Umformungen der Thier- und Pflanzenarten enthüllt. Diese Theorie ist es, welche wir die Züchtungslehre oder Selectionstheorie, oder genauer die Theorie von der natürlichen Züchtung (*Selectio naturalis*) nennen.

Wenn Sie bedenken, daß (abgesehen von den wenigen vorher angeführten Ausnahmen) die gesammte Biologie vor Darwin den entgegengesetzten Anschauungen huldigte, und daß fast bei allen Zoologen und Botanikern die absolute Selbstständigkeit der organischen Species als selbstverständliche Voraussetzung aller Formbetrachtungen galt, so werden sie jenes doppelte Verdienst Darwin's gewiß nicht gering anschlagen. Das falsche Dogma von der Beständigkeit und unabhängigen Erschaffung der einzelnen Arten hatte eine so hohe Autorität und eine so allgemeine Geltung gewonnen, und wurde außerdem durch den trügenden Augenschein bei oberflächlicher Betrachtung so sehr begünstigt, daß wahrlich kein geringer Grad von Muth, Kraft und Verstand dazu gehörte, sich reformatorisch gegen jenes allmächtige Dogma zu erheben und das künstlich darauf errichtete Lehrgebäude zu zertrümmern. Außerdem brachte aber Darwin noch den neuen und höchst wichtigen Grundgedanken der „natürlichen Züchtung“ zu Lamarck's und Goethe's Abstammungslehre hinzu.

Man muß diese beiden Punkte scharf unterscheiden, — freilich geschieht es gewöhnlich nicht, — man muß scharf unterscheiden erstens die Abstammungslehre oder Descendenztheorie von Lamarck, welche bloß behauptet, daß alle Thier- und Pflanzenarten von gemeinsamen, einfachsten, spontan entstandenen Urformen abstammen — und zweitens die Züchtungslehre oder Selectionstheorie von Darwin, welche uns zeigt, warum diese fortschreitende Umbildung

der organischen Gestalten stattfand, welche mechanisch wirkenden Ursachen die ununterbrochene Neubildung und immer größere Mannichfaltigkeit der Thiere und Pflanzen bedingen.

Eine gerechte Würdigung kann Darwin's unsterbliches Verdienst erst später erwarten, wenn die Entwicklungstheorie, nach Ueberwindung aller entgegengesetzten Schöpfungstheorien, als das oberste Erklärungsprincip der Anthropologie, und dadurch aller anderen Wissenschaften, anerkannt sein wird. Gegenwärtig, wo in dem heiß entbrannten Kampfe um die Wahrheit Darwin's Name den Anhängern der natürlichen Entwicklungstheorie als Parole dient, wird sein Verdienst in entgegengesetzter Richtung verkannt, indem die einen es ebenso überschätzen, als es die anderen herabsetzen.

Uberschätzt wird Darwin's Verdienst, wenn man ihn als den Begründer der Descendenztheorie oder gar der gesammten Entwicklungstheorie bezeichnet. Wie Sie aus der historischen Darstellung dieses und der vorhergehenden Vorträge bereits entnommen haben, ist die Entwicklungstheorie als solche nicht neu; alle Naturphilosophen, welche sich nicht dem blinden Dogma einer übernatürlichen Schöpfung gebunden überliefern wollten, mußten eine natürliche Entwicklung annehmen. Aber auch die Descendenztheorie, als der umfassende biologische Theil der universalen Entwicklungstheorie, wurde von Lamarck bereits so klar ausgesprochen, und bis zu den wichtigsten Konsequenzen ausgeführt, daß wir ihn als den eigentlichen Begründer derselben verehren müssen. Daher darf nicht die Descendenztheorie als Darwinismus bezeichnet werden, sondern nur die Selectionstheorie. Diese letztere ist aber an sich von solcher Bedeutung, daß man ihren Werth kaum hoch genug anschlagen kann.

Unterschätzt wird Darwin's Verdienst natürlich von allen seinen Gegnern. Doch kann man von wissenschaftlichen Gegnern desselben, die durch gründliche biologische Bildung zur Abgabe eines Urtheils legitimirt wären, eigentlich nicht mehr reden. Denn unter allen gegen Darwin und die Descendenztheorie veröffentlichten Schriften kann mit Ausnahme derjenigen von Agassiz keine einzige An-

spruch überhaupt auf Berücksichtigung, geschweige denn Widerlegung erheben; so offenbar sind sie alle entweder ohne gründliche Kenntniß der biologischen Thatsachen, oder ohne klares philosophisches Verständniß derselben geschrieben. Um die Angriffe von Theologen und anderen Laien aber, die überhaupt Nichts von der Natur wissen, brauchen wir uns nicht weiter zu kümmern.

Der einzige hervorragende wissenschaftliche Gegner, der jetzt noch Darwin und der ganzen Entwicklungstheorie gegenübersteht, dessen principielle Opposition aber freilich auch eigentlich nur als philosophische Kuriosität Beachtung verdient, ist Louis Agassiz. In der 1869 in Paris erschienenen französischen Uebersetzung seines vorher von uns betrachteten „Essay on classification“⁵⁾, hat Agassiz seinen schon früher vielfach geäußerten Gegensatz gegen den „Darwinismus“ in die entschiedenste Form gebracht. Er hat dieser Uebersetzung einen besonderen, 16 Seiten langen Abschnitt angehängt, welcher den Titel führt: „Le Darwinisme. Classification de Haeckel.“ In diesem sonderbaren Capitel stehen die wunderbarsten Dinge zu lesen, wie z. B. „die Darwin'sche Idee ist eine Konzeption a priori. — Der Darwinismus ist eine Travestie der Thatsachen. — Die Wissenschaft würde auf die Rechte verzichten, die sie bisher auf das Vertrauen der ernstesten Geister beseßen hat, wenn dergleichen Skizzen als die Anzeichen eines wahren Fortschrittes aufgenommen würden!“ — Die Krone setzt aber der seltsamen Polemik folgender Satz auf: „Der Darwinismus schließt fast die ganze Masse der erworbenen Kenntnisse aus, um nur das zurückzubehalten und sich zu assimiliren, was seiner Doctrin dienen kann!“

Das heißt denn doch die ganze Sachlage vollständig auf den Kopf stellen! Der Biologe, der die Thatsachen kennt, muß über den Muth erstaunen, mit dem Agassiz solche Sätze ausspricht, Sätze, an denen kein wahrer Buchstabe ist, und die er selbst nicht glauben kann! Die unerschütterliche Stärke der Descendenztheorie liegt gerade darin, daß sämtliche biologische Thatsachen eben nur durch sie erklärbar sind, ohne sie dagegen unverständliche Wunder bleiben.

Alle unsere „erworbenen Kenntnisse“ in der vergleichenden Anatomie und Physiologie, in der Embryologie und Paläontologie, in der Lehre von der geographischen und topographischen Verbreitung der Organismen u. s. w., sie alle sind unwiderlegliche Zeugnisse für die Wahrheit der Descendenztheorie.

Ich habe in meiner generellen Morphologie ⁴⁾ und besonders im sechsten Buche derselben (in der generellen Phylogenie) den „Essay on classification“ von Agassiz in allen wesentlichen Punkten eingehend widerlegt. In meinem 24sten Kapitel habe ich demjenigen Abschnitte, den Agassiz selbst für den wichtigsten hält (über die Gruppenstufen oder Kategorien des Systems) eine sehr ausführliche und streng wissenschaftliche Erörterung gewidmet, und gezeigt, daß dieser ganze Abschnitt ein reines Luftschloß, ohne jede Spur von realer Begründung ist. Agassiz hütet sich aber wohl, auf diese Widerlegung irgendwie einzugehen, wie er ja auch nicht im Stande ist, irgend etwas Stichhaltiges dagegen vorzubringen. Er kämpft nicht mit Beweisgründen, sondern mit Phrasen! Eine derartige Gegnerschaft wird aber den vollständigen Sieg der Entwicklungstheorie nicht aufhalten, sondern nur beschleunigen!

Sechster Vortrag.

Entwicklungstheorie von Lyell und Darwin.

Charles Lyell's Grundsätze der Geologie. Seine natürliche Entwicklungsgeschichte der Erde. Entstehung der größten Wirkungen durch Summirung der kleinsten Ursachen. Unbegrenzte Länge der geologischen Zeiträume. Lyell's Widerlegung der Cuvierschen Schöpfungsgeschichte. Begründung des ununterbrochenen Zusammenhangs der geschichtlichen Entwicklung durch Lyell und Darwin. Biographische Notizen über Charles Darwin. Seine wissenschaftlichen Werke. Seine Korallenrifftheorie. Entwicklung der Selectionstheorie. Ein Brief von Darwin. Gleichzeitige Veröffentlichung der Selectionstheorie von Charles Darwin und Alfred Wallace. Darwin's Studium der Hausthiere und Kulturpflanzen. Andreas Wagner's Ansicht von der besonderen Schöpfung der Culturorganismen für den Menschen. Der Baum des Erkenntnisses im Paradies. Vergleichung der wilden und der Culturorganismen. Darwin's Studium der Haustauben. Bedeutung der Taubenzücht. Gemeinsame Abstammung aller Taubenrassen.

Meine Herren! In den letzten drei Jahrzehnten, welche vor dem Erscheinen von Darwin's Werk verfloßen, vom Jahre 1830 bis 1859, blieben in den organischen Naturwissenschaften die Schöpfungsvorstellungen durchaus herrschend, welche von Cuvier eingeführt waren. Man bequeme sich zu der unwissenschaftlichen Annahme, daß im Verlaufe der Erdgeschichte eine Reihe von unerklärlichen Erdrevolutionen periodisch die ganze Thier- und Pflanzenwelt vernichtet habe, und daß am Ende jeder Revolution, beim Beginn einer neuen Periode, eine neue, vermehrte und verbesserte Auflage der organischen Bevölkerung erschienen sei. Trotzdem die Anzahl dieser

Schöpfungsaufgaben durchaus streitig und in Wahrheit gar nicht festzustellen war, trotzdem die zahlreichen Fortschritte, welche in allen Gebieten der Zoologie und Botanik während dieser Zeit gemacht wurden, auf die Unhaltbarkeit jener bodenlosen Hypothese Cuvier's und auf die Wahrheit der natürlichen Entwicklungstheorie Lamarck's immer dringender hinwiesen, blieb dennoch die erstere fast allgemein bei den Biologen in Geltung. Dies ist vor Allem der hohen Autorität zuzuschreiben, welche sich Cuvier erworben hatte, und es zeigt sich hier wieder schlagend, wie schädlich der Glaube an eine bestimmte Autorität dem Entwicklungsleben der Menschen wird, die Autorität, von der Goethe einmal treffend sagt: daß sie im Einzelnen verewigt, was einzeln vorübergehen sollte, daß sie ablehnt und an sich vorübergehen läßt, was festgehalten werden sollte, und daß sie hauptsächlich Schuld ist, wenn die Menschheit nicht vom Flecke kommt.

Nur durch das große Gewicht von Cuvier's Autorität, und durch die gewaltige Macht der menschlichen Trägheit, welche sich schwer entschließt, von dem breitgetretenen Wege der alltäglichen Vorstellungen abzugehen, und neue, noch nicht bequem gebahnte Pfade zu betreten, läßt es sich begreifen, daß Lamarck's Descendenztheorie erst 1859 zur Geltung gelangte, nachdem Darwin ihr ein neues Fundament gegeben hatte. Der empfängliche Boden für dieselbe war längst vorbereitet, ganz besonders durch das Verdienst eines anderen englischen Naturforschers, Charles Lyell, auf dessen hohe Bedeutung für die „natürliche Schöpfungsgeschichte“ wir hier nothwendig einen Blick werfen müssen.

Unter dem Titel: Grundsätze der Geologie (Principles of geology)¹¹⁾ veröffentlichte Charles Lyell 1830 ein Werk, welches die Geologie, die Entwicklungsgeschichte der Erde, von Grund aus umgestaltete, und dieselbe in ähnlicher Weise reformirte, wie 30 Jahre später Darwin's Werk die Biologie. Lyell's epochemachendes Buch, welches Cuvier's Schöpfungshypothese an der Wurzel zerstörte, erschien in demselben Jahre, in welchem Cuvier seine großen Triumphe über die Naturphilosophie feierte, und seine Oberherrschaft

über das morphologische Gebiet auf drei Jahrzehnte hinaus befestigte. Während Cuvier durch seine künstliche Schöpfungshypothese und die damit verbundene Katastrophen-Theorie einer natürlichen Entwicklungstheorie geradezu den Weg verlegte und den Faden der natürlichen Erklärung abschchnitt, brach Lyell derselben wieder freie Bahn, und führte einleuchtend den geologischen Beweis, daß jene dualistischen Vorstellungen Cuvier's ebensowohl ganz unbegründet, als auch ganz überflüssig seien. Er wies nach, daß diejenigen Veränderungen der Erdoberfläche, welche noch jetzt unter unsern Augen vor sich gehen, vollkommen hinreichend seien, Alles zu erklären, was wir von der Entwicklung der Erdrinde überhaupt wissen, und daß es vollständig überflüssig und unnütz sei, in räthselhaften Revolutionen die unerklärlichen Ursachen dafür zu suchen. Er zeigte, daß man weiter Nichts zu Hülfe zu nehmen brauche, als außerordentlich lange Zeiträume, um die Entstehung des Baues der Erdrinde auf die einfachste und natürlichste Weise aus denselben Ursachen zu erklären, welche noch heutzutage wirksam sind. Viele Geologen hatten sich früher gedacht, daß die höchsten Gebirgsketten, welche auf der Erdoberfläche hervortreten, ihren Ursprung nur ungeheuren, einen großen Theil der Erdoberfläche umgestaltenden Revolutionen, insbesondere collossalen vulkanischen Ausbrüchen verdanken könnten. Solche Bergketten z. B. wie die Alpen, oder wie die Cordilleren, sollten auf einmal aus dem feuerflüssigen Erdinnern durch einen ungeheuren Spalt der weit geborstenen Erdrinde emporgestiegen sein. Lyell zeigte dagegen, daß wir uns die Entwicklung solcher ungeheuren Gebirgsketten ganz natürlich aus denselben langsamen, unmerklichen Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche erklären können, die noch jetzt fortwährend vor sich gehen, und deren Ursachen keineswegs wunderbar sind. Wenn diese Senkungen und Hebungen auch vielleicht im Jahrhundert nur ein paar Zoll oder höchstens einige Fuß betragen, so können sie doch bei einer Dauer von einigen Jahr-Millionen vollständig genügen, um die höchsten Gebirgsketten hervortreten zu lassen, ohne daß dazu jene räthselhaften und unbegreiflichen Revolutionen nöthig

wären. Auch die meteorologische Thätigkeit der Atmosphäre, die Wirksamkeit des Regens und des Schnees, ferner die Brandung der Küste, welche an und für sich nur unbedeutend zu wirken scheinen, müssen die größten Veränderungen hervorbringen, wenn man nur hinlänglich große Zeiträume für deren Wirksamkeit in Anspruch nimmt. Die Summirung der kleinsten Ursachen bringt die größten Wirkungen hervor. Der Wassertropfen höhlt den Stein aus.

Auf die unermessliche Länge der geologischen Zeiträume, welche hierzu erforderlich sind, müssen wir nothwendig später noch einmal zurückkommen, da, wie Sie sehen werden, auch für Darwin's Theorie, ebenso wie für diejenige Lyell's, die Annahme ganz ungeheurer Zeitmaasse absolut unentbehrlich ist. Wenn die Erde und ihre Organismen sich wirklich auf natürlichem Wege entwickelt haben, so muß diese langsame und allmähliche Entwicklung jedenfalls eine Zeitdauer in Anspruch genommen haben, deren Vorstellung unser Fassungsvermögen gänzlich übersteigt. Da Viele aber gerade hierin eine Hauptschwierigkeit jener Entwicklungstheorien erblicken, so will ich jetzt schon vorausgreifend bemerken, daß wir nicht einen einzigen vernünftigen Grund haben, irgend wie uns die hierzu erforderliche Zeit beschränkt zu denken. Wenn nicht allein viele Laien, sondern selbst hervorragende Naturforscher, als Haupteinwand gegen diese Theorien einwerfen, daß dieselben willkürlich zu lange Zeiträume in Anspruch nähmen, so ist dieser Einwand kaum zu begreifen. Denn es ist absolut nicht einzusehen, was uns in der Annahme derselben irgendwie beschränken sollte. Wir wissen längst allein schon aus dem Bau der geschichteten Erdrinde, daß die Entstehung derselben, der Absatz der neptunischen Gesteine aus dem Wasser, allermindestens mehrere Millionen Jahre gedauert haben muß. Ob wir aber hypothetisch für diesen Prozeß zehn Millionen oder zehntausend Billionen Jahre annehmen, ist vom Standpunkte der strengsten Naturphilosophie gänzlich gleichgültig. Vor uns und hinter uns liegt die Ewigkeit. Wenn sich bei vielen gegen die Annahme von so ungeheuren Zeiträumen das Gefühl sträubt, so ist das die Folge der

falschen Vorstellungen, welche uns von frühester Jugend an über die angeblich kurze, nur wenige Jahrtausende umfassende Geschichte der Erde eingeprägt werden. Wie Albert Lange in seiner Geschichte des Materialismus¹²⁾ schlagend beweist, ist es vom streng kritisch-philosophischen Standpunkte aus jeder naturwissenschaftlichen Hypothese viel eher erlaubt, die Zeiträume zu groß, als zu klein anzunehmen. Jeder Entwicklungsvorgang läßt sich um so eher begreifen, je längere Zeit er dauert. Ein kurzer und beschränkter Zeitraum für denselben ist von vornherein das Unwahrscheinlichste.

Ich habe hier nicht Zeit, auf Lyell's vorzügliches Werk näher einzugehen, und will daher bloß das wichtigste Resultat desselben Ihnen mittheilen, daß es nämlich Cuvier's Schöpfungsgeschichte mit ihren mythischen Revolutionen gründlich widerlegte, und an deren Stelle einfach die beständige langsame Umbildung der Erdrinde durch die fortdauernde Thätigkeit der noch jetzt auf die Erdoberfläche wirkenden Kräfte setzte, die Thätigkeit des Wassers und des vulkanischen Erdinnern. Lyell wies also einen continuirlichen, ununterbrochenen Zusammenhang der ganzen Erdgeschichte nach, und er bewies denselben so unwiderleglich, er begründete so einleuchtend die Herrschaft der „existing causes“, der noch heute wirksamen, dauernden Ursachen in der Umbildung der Erdrinde, daß in kurzer Zeit die Geologie Cuvier's Hypothese vollkommen aufgab.

Nun ist es aber merkwürdig, daß die Paläontologie, die Wissenschaft von den Versteinerungen, soweit sie von den Botanikern und Zoologen betrieben wurde, von diesem großen Fortschritt der Geologie scheinbar unberührt blieb. Die Biologie nahm fortwährend noch jene wiederholte neue Schöpfung der gesammten Thier- und Pflanzenbevölkerung am Beginne jeder neuen Periode der Erdgeschichte an, obwohl diese Hypothese von den einzelnen, schubweise in die Welt gesetzten Schöpfungen ohne die Annahme der Revolutionen reiner Unnütze wurde und gar keinen Halt mehr hatte. Offenbar ist es vollkommen ungereimt, eine besondere neue Schöpfung der ganzen Thier- und Pflanzenwelt zu bestimmten Zeitabschnitten anzunehmen, ohne

daß die Erdrinde selbst dabei irgend eine beträchtliche allgemeine Umwälzung erfährt. Trotzdem also jene Vorstellung auf das Engste mit der Katastrophentheorie Cuvier's zusammenhängt, blieb sie dennoch herrschend, nachdem die letztere bereits zerstört war.

Es war nun dem großen englischen Naturforscher Charles Darwin vorbehalten, diesen Zwiespalt völlig zu beseitigen und zu zeigen, daß auch die Lebewelt der Erde eine ebenso continuirlich zusammenhängende Geschichte hat, wie die unorganische Rinde der Erde; daß auch die Thiere und Pflanzen ebenso allmählich durch Umwandlung (Transmutation) auseinander hervorgegangen sind, wie die wechselnden Formen der Erdrinde, der Continente und der sie umschließenden und trennenden Meere aus früheren, ganz davon verschiedenen Formen hervorgegangen sind. Wir können in dieser Beziehung wohl sagen, daß Darwin auf dem Gebiete der Zoologie und Botanik den gleichen Fortschritt herbeiführte, wie Lyell, sein großer Landsmann, auf dem Gebiete der Geologie. Durch Beide wurde der ununterbrochene Zusammenhang der geschichtlichen Entwicklung bewiesen, und eine allmähliche Umänderung der verschiedenen auf einander folgenden Zustände dargethan.

Das besondere Verdienst Darwin's ist nun, wie bereits in dem vorigen Vortrage bemerkt wurde, ein doppeltes. Er hat erstens die von Lamarck und Goethe aufgestellte Descendenztheorie in viel umfassenderer Weise als Ganzes behandelt und im Zusammenhang durchgeführt, als es von allen seinen Vorgängern geschehen war. Zweitens aber hat er dieser Abstammungslehre durch seine, ihm eigenthümliche Züchtungslehre (die Selectionstheorie) das causale Fundament gegeben, d. h. er hat die wirkenden Ursachen der Veränderungen nachgewiesen, welche von der Abstammungslehre nur als Thatfachen behauptet werden. Die von Lamarck 1809 in die Biologie eingeführte Descendenztheorie behauptet, daß alle verschiedenen Thier- und Pflanzenarten von einer einzigen oder einigen wenigen, höchst einfachen, spontan entstandenen Urformen abstammen. Die von Darwin 1859 begründete Selectionstheorie zeigt uns, wa-

rum dieß der Fall sein mußte, sie weist uns die wirkenden Ursachen so nach, wie es nur Kant wünschen konnte, und Darwin ist in der That auf dem Gebiete der organischen Naturwissenschaft der Newton geworden, dessen Kommen Kant prophetisch verneinen zu können glaubte.

Ehe Sie nun an Darwin's Theorie herantreten, wird es Ihnen vielleicht von Interesse sein, Einiges über die Persönlichkeit dieses großen Naturforschers zu hören, über sein Leben und die Wege auf denen er zur Aufstellung seiner Lehre gelangte. Charles Robert Darwin ist am 12. Februar 1809 zu Shrewsbury am Severn-Fluß geboren, also gegenwärtig dreiundsechzig Jahre alt. Im siebenzehnten Jahre (1825) bezog er die Universität Edinburgh, und zwei Jahre später Christ's College zu Cambridge. Kaum 22 Jahre alt, wurde er 1831 zur Theilnahme an einer wissenschaftlichen Expedition berufen, welche von den Engländern ausgesandt wurde, vorzüglich um die Südspitze Südamerika's genauer zu erforschen und verschiedene Punkte der Südsee zu untersuchen. Diese Expedition hatte, gleich vielen anderen, rühmlichen, von England ausgerüsteten Forschungsreisen, sowohl wissenschaftliche, als auch practische, auf die Schifffahrt bezügliche Aufgaben zu erfüllen. Das Schiff, von Capitain Fitzroy commandirt, führte in treffend symbolischer Weise den Namen „Beagle“ oder Spürhund. Die Reise des Beagle, welche fünf Jahre dauerte, wurde für Darwin's ganze Entwicklung von der größten Bedeutung, und schon im ersten Jahre, als er zum erstenmal den Boden Südamerika's betrat, keimte in ihm der Gedanke der Abstammungslehre auf, den er dann späterhin zu so vollendeter Blüthe entwickelte. Die Reise selbst hat Darwin in einem von Dieffenbach in das Deutsche übersetzten Werke beschrieben, welches sehr anziehend geschrieben ist, und dessen Lectüre ich Ihnen gelegentlich empfehle¹³⁾. In dieser Reisebeschreibung, welche sich weit über den gewöhnlichen Durchschnitt erhebt, tritt Ihnen nicht allein die liebenswürdige Persönlichkeit Darwin's in sehr anziehender Weise entgegen, sondern Sie können auch vielfach die Spuren

der Wege erkennen, auf denen er zu seinen Vorstellungen gelangte. Als Resultat dieser Reise erschien zunächst ein großes wissenschaftliches Reisewerk, an dessen zoologischem und geologischem Theil sich Darwin bedeutend betheiligte, und ferner eine ausgezeichnete Arbeit desselben über die Bildung der Korallenriffe, welche allein genügt haben würde, Darwin's Namen mit bleibendem Ruhme zu krönen. Es wird Ihnen bekannt sein, daß die Inseln der Südsee größtentheils aus Korallenriffen bestehen oder von solchen umgeben sind. Die verschiedenen merkwürdigen Formen derselben und ihr Verhältniß zu den nicht aus Korallen gebildeten Inseln vermochte man sich früher nicht befriedigend zu erklären. Erst Darwin war es vorbehalten diese schwierige Aufgabe zu lösen, indem er außer der aufbauenden Thätigkeit der Korallenthiere auch geologische Hebungen und Senkungen des Meeresbodens für die Entstehung der verschiedenen Riffgestalten in Anspruch nahm. Darwin's Theorie von der Entstehung der Korallenriffe ist, ebenso wie seine spätere Theorie von der Entstehung der organischen Arten, eine Theorie, welche die Erscheinungen vollkommen erklärt, und dafür nur die einfachsten natürlichen Ursachen in Anspruch nimmt, ohne sich hypothetisch auf irgend welche unbekanntten Vorgänge zu beziehen. Unter den übrigen Arbeiten Darwin's ist noch seine ausgezeichnete Monographie der Cirrhipedien hervorzuheben, einer merkwürdigen Klasse von Seethieren, welche im äußeren Ansehen den Muscheln gleichen und von Cuvier in der That für zweifelhafte Mollusken gehalten wurden, während dieselben in Wahrheit zu den Krebsthieren (Crustaceen) gehören.

Die außerordentlichen Strapazen, denen Darwin während der fünfjährigen Reise des *Beagle* ausgesetzt war, hatten seine Gesundheit dergestalt zerüttet, daß er sich nach seiner Rückkehr aus dem unruhigen Treiben Londons zurückziehen mußte, und seitdem in stiller Zurückgezogenheit auf seinem Gute Down, in der Nähe von Bromley in Kent (mit der Eisenbahn kaum eine Stunde von London entfernt), wohnte. Diese Abgeschlossenheit von dem unruhigen Ge-

treibe der großen Weltstadt wurde jedenfalls äußerst segensreich für Darwin, und es ist wahrscheinlich, daß wir ihr theilweise mit die Entstehung der Selectionstheorie verdanken. Unbehelligt durch die verschiedenen Geschäfte, welche in London seine Kräfte zersplittert haben würden, konnte er seine ganze Thätigkeit auf das Studium des großen Problems concentriren, auf welches er durch jene Reise hingelenkt worden war. Um Ihnen zu zeigen, welche Wahrnehmungen während seiner Weltumsegelung vorzüglich den Grundgedanken der Selectionstheorie in ihm anregten, und in welcher Weise er denselben dann weiter entwickelte, erlauben Sie mir, Ihnen eine Stelle aus einem Briefe mitzutheilen, welchen Darwin am 8. October 1864 an mich richtete:

„In Südamerika traten mir besonders drei Klassen von Erscheinungen sehr lebhaft vor die Seele: Erstens die Art und Weise, in welcher nahe verwandte Species einander vertreten und ersetzen, wenn man von Norden nach Süden geht; — Zweitens die nahe Verwandtschaft derjenigen Species, welche die Südamerika nahe gelegenen Inseln bewohnen, und derjenigen Species, welche diesem Festland eigenthümlich sind; dies setzte mich in tiefes Erstaunen, besonders die Verschiedenheit derjenigen Species, welche die nahe gelegenen Inseln des Galapagosarchipels bewohnen; — Drittens die nahe Beziehung der lebenden zahnlosen Säugethiere (Edentata) und Nagethiere (Rodentia) zu den ausgestorbenen Arten. Ich werde niemals mein Erstaunen vergessen, als ich ein riesengroßes Panzerstück ausgrub, ähnlich demjenigen eines lebenden Gürteltiers.

„Als ich über diese Thatsachen nachdachte und einige ähnliche Erscheinungen damit verglich, schien es mir wahrscheinlich, daß nahe verwandte Species von einer gemeinsamen Stammform abstammen könnten. Aber einige Jahre lang konnte ich nicht begreifen, wie eine jede Form so ausgezeichnet ihren besonderen Lebensverhältnissen angepaßt werden konnte. Ich begann darauf systematisch die Hausthiere und die Gartenpflanzen zu studiren, und sah nach einiger Zeit deutlich ein, daß die wichtigste umbildende Kraft in des Menschen Zucht-

wahlvermögen liege, in seiner Benutzung außerlesener Individuen zur Nachzucht. Dadurch daß ich vielfach die Lebensweise und Sitten der Thiere studirt hatte, war ich darauf vorbereitet, den Kampf um's Dasein richtig zu würdigen; und meine geologischen Arbeiten gaben mir eine Vorstellung von der ungeheuren Länge der verfloßenen Zeiträume. Als ich dann durch einen glücklichen Zufall das Buch von Malthus „über die Bevölkerung“ las, tauchte der Gedanke der natürlichen Züchtung in mir auf. Unter allen den untergeordneten Punkten war der letzte, den ich schätzen lernte, die Bedeutung und Ursache des Divergenzprinzips“.

Während der Muße und Zurückgezogenheit, in der Darwin nach der Rückkehr von seiner Reise lebte, beschäftigte er sich, wie aus dieser Mittheilung hervorgeht, zunächst vorzugsweise mit dem Studium der Organismen im Culturzustande, der Hausthiere und Gartenpflanzen. Unzweifelhaft war dies der nächste und richtigste Weg, um zur Selectionstheorie zu gelangen. Wie in allen seinen Arbeiten, verfuhr Darwin dabei äußerst sorgfältig und genau. Er hat mit bewunderungswürdiger Vorsicht und Selbstverläugnung vom Jahre 1837—1858, also 21 Jahre lang, über diese Sache Nichts veröffentlicht, selbst nicht eine vorläufige Skizze seiner Theorie, welche er schon 1844 niedergeschrieben hatte. Er wollte immer noch mehr sicher begründete empirische Beweise sammeln, um so die Theorie ganz vollständig, auf möglichst breiter Erfahrungsgrundlage festgestellt, veröffentlichen zu können. Zum Glück wurde er in diesem Streben nach möglichster Vervollkommnung, welches vielleicht dazu geführt haben würde, die Theorie überhaupt nicht zu veröffentlichen, durch einen Landsmann gestört, welcher unabhängig von Darwin die Selectionstheorie sich ausgedacht und aufgestellt hatte, und welcher 1858 die Grundzüge derselben an Darwin selbst einsendete, mit der Bitte, dieselben an Lyell zur Veröffentlichung in einem englischen Journale zu übergeben. Dieser Engländer ist Alfred Wallace³⁶), einer der kühnsten und verdientesten naturwissenschaftlichen Reisenden der neueren Zeit. Viele Jahre war Wallace allein in den Wildnissen der

Sundainseln, in den dichten Urwäldern des indischen Archipels umhergestreift, und bei diesem unmittelbaren und umfassenden Studium eines der reichsten und interessantesten Erdstücke mit seiner höchst mannichfaltigen Thier- und Pflanzenwelt war er genau zu denselben allgemeinen Anschauungen über die Entstehung der organischen Arten, wie Darwin gelangt. Lyell und Hooker, welche Beide Darwin's Arbeit seit langer Zeit kannten, veranlaßten ihn nun, einen kurzen Auszug aus seinen Manuscripten gleichzeitig mit dem eingesandten Manuscript von Wallace zu veröffentlichen, was auch im August 1858 im „Journal of the Linnean Society“ geschah.

Im November 1859 erschien dann das epochemachende Werk Darwin's „Ueber die Entstehung der Arten,“ in welchem die Selectionstheorie ausführlich begründet ist. Jedoch bezeichnet Darwin selbst dieses Buch, von welchem 1869 die fünfte Auflage und bereits 1860 eine deutsche Uebersetzung von Bronn erschien¹⁾, nur als einen vorläufigen Auszug aus einem größeren und ausführlicheren Werke, welches in umfassender empirischer Beweisführung eine Masse von Thatsachen zu Gunsten seiner Theorie enthalten soll. Der erste Theil dieses von Darwin in Aussicht gestellten Hauptwerkes ist 1868 unter dem Titel: „Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication“ erschienen und von Victor Carus ins Deutsche übersezt worden²⁾. Er enthält eine reiche Fülle von den trefflichsten Belegen für die außerordentlichen Veränderungen der organischen Formen, welche der Mensch durch seine Cultur und künstliche Züchtung hervorbringen kann. So sehr wir auch Darwin für diesen Ueberfluß an beweisenden Thatsachen verbunden sind, so theilen wir doch keineswegs die Meinung jener Naturforscher, welche glauben, daß durch diese weiteren Ausführungen die Selectionstheorie eigentlich erst fest begründet werden müsse. Nach unserer Ansicht enthält bereits Darwin's erstes, 1859 erschienenes Werk, diese Begründung in völlig ausreichendem Maße. Die unangreifbare Stärke seiner Theorie liegt nicht in der Umnasse von einzelnen Thatsachen, welche man als Beweis dafür anführen kann, sondern in dem har-

monischen Zusammenhang aller großen und allgemeinen Erscheinungsreihen der organischen Natur, welche übereinstimmend für die Wahrheit der Selectionstheorie Zeugniß ablegen.

Den bedeutendsten Folgeschluß der Descendenztheorie, die Abstammung des Menschengeschlechts von anderen Säugethieren, hat Darwin anfangs absichtlich verschwiegen. Erst nachdem dieser höchst wichtige Schluß von anderen Naturforschern entschieden als nothwendige Consequenz der Abstammungslehre festgestellt war, hat Darwin denselben ausdrücklich anerkannt, und damit „die Krönung seines Gebäudes“ vollzogen. Dies geschah in dem höchst interessantesten, erst 1871 erschienenen Werke über „die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl,“ welches ebenfalls von Victor Carus in das Deutsche übersetzt worden ist⁴⁸⁾.

Von der größten Bedeutung für die Begründung der Selectionstheorie war das eingehende Studium, welches Darwin den Hausthieren und Culturpflanzen widmete. Die unendlich mannichfaltigen Formveränderungen, welche der Mensch an diesen domestizirten Organismen durch künstliche Züchtung erzeugt hat, sind für das richtige Verständniß der Thier- und Pflanzenformen von der allergrößten Wichtigkeit; und dennoch ist in kaum glaublicher Weise dieses Studium von den Zoologen und Botanikern bis in die neueste Zeit in der größten Weise vernachlässigt worden. Es sind nicht allein dicke Bände, sondern ganze Bibliotheken angefüllt worden mit Beschreibungen der einzelnen Arten oder Species, und mit höchst kindischen Streitigkeiten darüber, ob diese Species gute oder ziemlich gute, schlechte oder ziemlich schlechte Arten seien, ohne daß dem Artbegriff selbst darin zu Leibe gegangen ist. Wenn die Naturforscher, statt auf diese unnützen Spielereien ihre Zeit zu verwenden, die Culturorganismen gehörig studirt und nicht die einzelnen todten Formen sondern die Umbildung der lebendigen Gestalten in das Auge gefaßt hätten, so würde man nicht so lange in den Fesseln des Cuvier'schen Dogmas befangen gewesen sein. Weil nun aber diese Culturorganismen gerade der dogmatischen Auffassung von der Beharr-

lichkeit der Art, von der Constanz der Species so äußerst unbequem sind, so hat man sich großen Theils absichtlich nicht um dieselben bekümmert und es ist sogar vielfach, selbst von berühmten Naturforschern der Gedanke ausgesprochen worden, diese Culturorganismen, die Hausthiere und Gartenpflanzen, seien Kunstproducte des Menschen, und deren Bildung und Umbildung könne gar nicht über das Wesen der Species und über die Entstehung der Formen bei den wilden, im Naturzustande lebenden Arten entscheiden.

Diese verkehrte Auffassung ging so weit, daß z. B. ein Münchener Zoologe, Andreas Wagner, alles Ernstes die lächerliche Behauptung aufstellte: Die Thiere und Pflanzen im wilden Zustande sind vom Schöpfer als bestimmt unterschiedene und unveränderliche Arten erschaffen worden; allein bei den Hausthieren und Culturpflanzen war dies deshalb nicht nöthig, weil er dieselben von vornherein für den Gebrauch des Menschen einrichtete. Der Schöpfer machte also den Menschen aus einem Erdenkloß, blies ihm lebendigen Odem in seine Nase und schuf dann für ihn die verschiedenen nützlichen Hausthiere und Gartenpflanzen, bei denen er sich in der That die Mühe der Speciesunterscheidung sparen konnte. Ob der Baum des Erkenntnisses im Paradiesgarten eine „gute“ wilde Species, oder als Culturpflanze überhaupt „keine Species“ war, erfahren wir leider durch Andreas Wagner nicht. Da der Baum des Erkenntnisses vom Schöpfer mitten in den Paradiesgarten gesetzt wurde, möchte man eher glauben, daß er eine höchst bevorzugte Culturpflanze, also überhaupt keine Species war. Da aber andererseits die Früchte vom Baume des Erkenntnisses dem Menschen verboten waren, und viele Menschen, wie Wagner's eigenes Beispiel klar zeigt, niemals von diesen Früchten gegessen haben, so ist er offenbar nicht für den Gebrauch des Menschen erschaffen und also wahrscheinlich eine wirkliche Species! Wie schade daß uns Wagner über diese wichtige und schwierige Frage nicht belehrt hat!

So lächerlich Ihnen nun diese Ansicht auch vorkommen mag, so ist dieselbe doch nur ein folgerichtiger Auswuchs einer falschen, in der

That aber weit verbreiteten Ansicht von dem besonderen Wesen der Culturorganismen, und Sie können bisweilen von ganz angesehenen Naturforschern ähnliche Einwürfe hören. Gegen diese grundsätzliche Auffassung muß ich mich von vornherein ganz bestimmt wenden. Das ist dieselbe Verkehrtheit, wie sie die Aerzte begehen, welche behaupten, die Krankheiten seien künstliche Erzeugnisse, keine Naturerscheinungen. Es hat viele Mühe gekostet, dieses Vorurtheil zu bekämpfen; und erst in neuerer Zeit ist die Ansicht zur allgemeinen Anerkennung gelangt, daß die Krankheiten Nichts sind, als natürliche Veränderungen des Organismus, wirklich natürliche Lebenserscheinungen, die nur hervorgebracht werden durch veränderte, abnorme Existenzbedingungen. Die Krankheit ist also nicht, wie die älteren Aerzte oft sagten, ein Leben außerhalb der Natur (*Vita praeter naturam*), sondern ein natürliches Leben unter bestimmten, krank machenden, den Körper mit Gefahr bedrohenden Bedingungen. Ganz ebenso sind die Culturerzeugnisse nicht künstliche Producte des Menschen, sondern sie sind Naturproducte, welche unter eigenthümlichen Lebensbedingungen entstanden sind. Der Mensch vermag durch seine Cultur niemals unmittelbar eine neue organische Form zu erzeugen; sondern er kann nur die Organismen unter neuen Lebensbedingungen züchten, welche umbildend auf sie einwirken. Alle Hausthiere und alle Gartenpflanzen stammen ursprünglich von wilden Arten ab, welche erst durch die eigenthümlichen Lebensbedingungen der Cultur umgebildet wurden.

Die eingehende Vergleichung der Culturformen (Rassen und Spielarten) mit den wilden, nicht durch Cultur veränderten Organismen (Arten und Varietäten) ist für die Selectionstheorie von der größten Wichtigkeit. Was Ihnen bei dieser Vergleichung zunächst am Meisten auffällt, das ist die ungewöhnlich kurze Zeit, in welcher der Mensch im Stande ist, eine neue Form hervorzubringen, und der ungewöhnlich hohe Grad, in welchem diese vom Menschen producirte Form von der ursprünglichen Stammform abweichen kann. Während die wilden Thiere und die Pflanzen im wilden Zustande Jahr aus,

Jahr ein dem sammelnden Zoologen und Botaniker annähernd in derselben Form erscheinen, so daß eben hieraus das falsche Dogma der Speciesconstanz entstehen konnte, so zeigen uns dagegen die Hausthiere und die Gartenpflanzen innerhalb weniger Jahre die größten Veränderungen. Die Vervollkommnung, welche die Züchtungskunst der Gärtner und der Landwirths erreicht hat, gestattet es jetzt in sehr kurzer Zeit, in wenigen Jahren, eine ganz neue Thier- oder Pflanzenform willkürlich zu schaffen. Man braucht zu diesem Zwecke bloß den Organismus unter dem Einflusse der besonderen Bedingungen zu erhalten und fortzupflanzen, welche neue Bildungen zu erzeugen im Stande sind; und man kann schon nach Verlauf von wenigen Generationen neue Arten erhalten, welche von der Stammform in viel höherem Grade abweichen, als die sogenannten guten Arten im wilden Zustande von einander verschieden sind. Diese Thatsache ist äußerst wichtig und kann nicht genug hervorgehoben werden. Es ist nicht wahr, wenn behauptet wird, die Culturformen, die von einer und derselben Form abstammen, seien nicht so sehr von einander verschieden, wie die wilden Thier- und Pflanzenarten unter sich. Wenn man nur unbefangene Vergleiche anstellt, so läßt sich sehr leicht erkennen, daß eine Menge von Rassen oder Spielarten, die wir in einer kurzen Reihe von Jahren von einer einzigen Culturform abgeleitet haben, in höherem Grade von einander unterschieden sind, als sogenannte gute Arten („Bonae species“) oder selbst verschiedene Gattungen (Genera) einer Familie im wilden Zustande sich unterscheiden.

Um diese äußerst wichtige Thatsache möglichst fest empirisch zu begründen, beschloß Darwin eine einzelne Gruppe von Hausthieren speciell in dem ganzen Umfang ihrer Formenmannichfaltigkeit zu studiren, und er wählte dazu die Haustauben, welche in mehrfacher Beziehung für diesen Zweck ganz besonders geeignet sind. Er hielt sich lange Zeit hindurch auf seinem Gute alle möglichen Rassen und Spielarten von Tauben, welche er bekommen konnte, und wurde mit reichlichen Zusendungen aus allen Weltgegenden unterstützt. Ferner ließ er sich in zwei Londoner Taubenklubs aufnehmen, welche die

Züchtung der verschiedenen Taubenformen mit wahrhaft künstlerischer Virtuosität und unermüdblicher Leidenschaft betreiben. Endlich setzte er sich noch mit Einigen der berühmtesten Taubenliebhaber in Verbindung. So stand ihm das reichste empirische Material zur Verfügung.

Die Kunst und Liebhaberei der Taubenzüchtung ist uralt. Schon mehr als 3000 Jahre vor Christus wurde sie von den Aegyptern betrieben. Die Römer der Kaiserzeit gaben ungeheure Summen dafür aus, und führten genaue Stammbaumregister über ihre Abstammung, ebenso wie die Araber über ihre Pferde und die mecklenburgischen Edelleute über ihre eigenen Ahnen sehr sorgfältige genealogische Register führen. Auch in Asien war die Taubenzucht eine uralte Liebhaberei der reichen Fürsten, und zur Hofhaltung des Akber Khan, um das Jahr 1600, gehörten mehr als 20,000 Tauben. So entwickelten sich denn im Laufe mehrerer Jahrtausende, und in Folge der mannichfaltigen Züchtungsmethoden, welche in den verschiedensten Weltgegenden geübt wurden, aus einer einzigen ursprünglich gezähmten Stammform eine ungeheure Menge verschiedenartiger Rassen und Spielarten, welche in ihren extremen Formen ganz außerordentlich von einander verschieden sind, und sich oft merkwürdig auszeichnen.

Eine der auffallendsten Taubenrassen ist die bekannte Pfauentaube, bei der sich der Schwanz ähnlich entwickelt wie beim Pfau, und eine Anzahl von 30 — 40 radartig gestellten Federn trägt; während die anderen Tauben eine viel geringere Anzahl von Schwanzfedern, fast immer 12, besitzen. Hierbei mag erwähnt werden, daß die Anzahl der Schwanzfedern bei den Vögeln als systematisches Merkmal von den Naturforschern sehr hoch geschätzt wird, so daß man ganze Ordnungen danach unterscheiden könnte. So besitzen z. B. die Singvögel fast ohne Ausnahme 12 Schwanzfedern, die Schriillvögel (*Strisores*) 10 u. s. w. Besonders ausgezeichnet sind ferner mehrere Taubenrassen durch einen Busch von Nackenfedern, welcher eine Art Perücke bildet, andere durch abenteuerliche Umbildung des Schnabels und der Füße, durch eigenthümliche, oft sehr auffallende Verzierungen, z. B. Hautlappen, die sich am Kopf entwickeln; durch einen

großen Kropf, welcher eine starke Hervortreibung der Speiseröhre am Hals bildet u. s. w. Merkwürdig sind auch die sonderbaren Gewohnheiten, die viele Tauben sich erworben haben, z. B. die Lachtauben, die Trommeltauben in ihren musikalischen Leistungen, die Brieftauben in ihrem topographischen Instinct. Die Purzeltauben haben die seltsame Gewohnheit, nachdem sie in großer Schaar in die Luft gestiegen sind, sich zu überschlagen und aus der Luft wie todt herabzufallen. Die Sitten und Gewohnheiten dieser unendlich verschiedenen Taubenrassen, die Form, Größe und Färbung der einzelnen Körperteile, die Proportionen derselben unter einander, sind in erstaunlich hohem Maße von einander verschieden, in viel höherem Maße, als es bei den sogenannten guten Arten oder selbst bei ganz verschiedenen Gattungen unter den wilden Tauben der Fall ist. Und, was das Wichtigste ist, es beschränken sich jene Unterschiede nicht bloß auf die Bildung der äußerlichen Form, sondern erstrecken sich selbst auf die wichtigsten innerlichen Theile; es kommen sogar sehr bedeutende Abänderungen des Skelets und der Muskulatur vor. So finden sich z. B. große Verschiedenheiten in der Zahl der Wirbel und Rippen, in der Größe und Form der Lücken im Brustbein, in der Form und Größe des Gabelbeins, des Unterkiefers, der Gesichtsknochen u. s. w. Kurz das knöcherne Skelet, das die Morphologen für einen sehr beständigen Körperteil halten, welcher niemals in dem Grade, wie die äußeren Theile, variire, zeigt sich so sehr verändert, daß man viele Taubenrassen als besondere Gattungen auführen könnte. Zweifelsohne würde dies geschehen, wenn man alle diese verschiedenen Formen in wildem Naturzustande auffände.

Wie weit die Verschiedenheit der Taubenrassen geht, zeigt am Besten der Umstand, daß alle Taubenzüchter einstimmig der Ansicht sind, jede eigenthümliche oder besonders ausgezeichnete Taubenrasse müsse von einer besonderen wilden Stammart abstammen. Freilich nimmt Jeder eine verschiedene Zahl von Stammarten an. Und dennoch hat Darwin mit überzeugendem Scharfsinn den schwierigen Beweis geführt, daß dieselben ohne Ausnahme sämmtlich von einer

einzigem wilden Stammart, der blauen Felsstaube (*Columba livia*) abstammen müssen. In gleicher Weise läßt sich bei den meisten übrigen Hausthieren und bei den meisten Kulturpflanzen der Beweis führen, daß alle verschiedenen Rassen Nachkommen einer einzigen ursprünglichen wilden Art sind, die vom Menschen in den Kulturzustand übergeführt wurde.

Ein ähnliches Beispiel, wie die Hausstaube, liefert unter den Säugethieren unser zahmes Kaninchen. Alle Zoologen ohne Ausnahme halten es schon seit langer Zeit für erwiesen, daß alle Rassen und Spielarten desselben von dem gewöhnlichen wilden Kaninchen, also von einer einzigen Stammart abstammen. Und dennoch sind die extremsten Formen dieser Rassen in einem solchen Maße von einander verschieden, daß jeder Zoologe, wenn er dieselben im wilden Zustande anträte, sie unbedenklich nicht allein für ganz verschiedene „gute Species“, sondern sogar für Arten von ganz verschiedenen Gattungen oder Genera der Leporiden-Familie erklären würde. Nicht nur ist die Färbung, Haarlänge und sonstige Beschaffenheit des Pelzes bei den verschiedenen zahmen Kaninchen-Rassen außerordentlich mannichfaltig und in den extremen Gegensätzen äußerst abweichend, sondern auch, was noch viel wichtiger ist, die typische Form des Skelets und seiner einzelnen Theile, besonders die Form des Schädels und des für die Systematik so wichtigen Gebisses, ferner das relative Längenverhältniß der Ohren, der Beine u. s. w. In allen diesen Beziehungen weichen die Rassen des zahmen Kaninchens unbestritten viel weiter von einander ab, als alle die verschiedenen Formen von wilden Kaninchen und Hasen, die als anerkannt „gute Species“ der Gattung *Lepus* über die ganze Erde zerstreut sind. Und dennoch behaupten Angesichts dieser klaren Thatsache die Gegner der Entwicklungstheorie, daß die letzteren, die wilden Arten, nicht von einer gemeinsamen Stammform abstammen, während sie dies bei den ersteren, den zahmen Rassen ohne Weiteres zugeben. Mit Gegnern, welche so absichtlich ihre Augen vor dem sonnenkla-

ren Lichte der Wahrheit verschließen, läßt sich dann freilich nicht weiter streiten.

Während so für die Haustaube, für das zahme Kaninchen, für das Pferd u. s. w. trotz der merkwürdigen Verschiedenheit ihrer Spielarten die Abstammung von einer einzigen wilden sogenannten „Species“ gesichert erscheint, so ist es dagegen für einige Hausthiere, namentlich die Hunde, Schweine und Rinder, allerdings wahrscheinlicher, daß die mannichfaltigen Rassen derselben von mehreren wilden Stammarten abzuleiten sind, welche sich nachträglich im Culturzustande mit einander vermischt haben. Indessen ist die Zahl dieser ursprünglichen wilden Stammarten immer viel geringer, als die Zahl der aus ihrer Vermischung und Züchtung hervorgegangenen Culturformen, und natürlich stammen auch jene ersteren ursprünglich von einer einzigen gemeinsamen Stammform der ganzen Gattung ab. Auf keinen Fall stammt jede besondere Culturrasse von einer eigenen wilden Art ab.

Im Gegensatz hierzu behaupten fast alle Landwirthe und Gärtner mit der größten Bestimmtheit, daß jede einzelne, von ihnen gezüchtete Rasse von einer besonderen wilden Stammart abstammen müsse, weil sie die Unterschiede der Rassen scharf erkennen, die Vererbung ihrer Eigenschaften sehr hochschätzen, und nicht bedenken, daß dieselben erst durch langsame Häufung kleiner, kaum merklicher Abänderungen entstanden sind. Auch in dieser Beziehung ist die Vergleichung der Culturrasen mit den wilden Species äußerst lehrreich.

Von vielen Seiten, und namentlich von den Gegnern der Entwicklungstheorie, ist die größte Mühe aufgewendet worden, irgend ein morphologisches oder physiologisches Merkmal, irgend eine charakteristische Eigenschaft aufzufinden, durch welche man die künstlich gezüchteten, cultivirten „Rassen“ von den natürlich entstandenen, wilden „Arten“ scharf und durchgreifend trennen könne. Alle diese Versuche sind gänzlich fehlgeschlagen und haben nur mit um so größerer Sicherheit zu dem entgegengesetzten Resultate geführt, daß eine solche Trennung gar nicht möglich ist. Ich habe dieses Verhältniß in meiner

Kritik des Species-Begriffes ausführlich erörtert und durch Beispiele erläutert. (Gen. Morph. II., 323 — 364).

Nur eine Seite dieser Frage mag hier kürzlich noch berührt werden, weil dieselbe nicht allein von den Gegnern, sondern selbst von einigen der bedeutendsten Anhänger des Darwinismus, z. B. von Huxley¹⁷⁾, als eine der schwächsten Seiten desselben angesehen worden ist, nämlich das Verhältniß der Bastardzeugung oder des Hybridismus. Zwischen cultivirten Rassen und wilden Arten sollte der Unterschied bestehen, daß die ersteren der Erzeugung fruchtbarer Bastarde fähig sein sollten, die letzteren nicht. Je zwei verschiedene cultivirte Rassen oder wilde Varietäten einer Species sollten in allen Fällen die Fähigkeit besitzen, mit einander Bastarde zu erzeugen, welche sich unter einander oder mit einer ihrer Elternformen fruchtbar vermischen und fortpflanzen könnten; dagegen sollten zwei wirklich verschiedene Species, zwei cultivirte oder wilde Arten einer Gattung, niemals die Fähigkeit besitzen, mit einander Bastarde zu zeugen, die unter einander oder mit einer der elterlichen Arten sich fruchtbar kreuzen könnten.

Was zunächst die erste Behauptung betrifft, so wird sie einfach durch die Thatsache widerlegt, daß es Organismen giebt, die sich mit ihren nachweisbaren Vorfahren überhaupt nicht mehr vermischen, also auch keine fruchtbare Nachkommenschaft erzeugen können. So paart sich z. B. unser cultivirtes Meerschweinchen nicht mehr mit seinem wilden brasilianischen Stammvater. Umgekehrt geht die Hauslauge von Paraguay, welche von unserer europäischen Hauslauge abstammt, keine eheliche Verbindung mehr mit dieser ein. Zwischen verschiedenen Rassen unserer Haushunde, z. B. zwischen den großen Neufundländern und den zwerghaften Schooßhündchen, ist schon aus einfachen mechanischen Gründen eine Paarung unmöglich. Ein besonders interessantes Beispiel aber bietet das Porto-Santo-Raninchen dar (*Lepus Huxleyi*). Auf der kleinen Insel Porto-Santo bei Madeira wurden im Jahre 1419 einige Raninchen ausgesetzt, die an Bord eines Schiffes von einem zahmen spanischen Raninchen

geboren worden waren. Diese Thierchen vermehrten sich in kurzer Zeit, da keine Raubthiere dort waren, so massenhaft, daß sie zur Landplage wurden und sogar eine dortige Kolonie zur Aufhebung zwangen. Noch gegenwärtig bewohnen sie die Insel in Menge, haben sich aber im Laufe von 450 Jahren zu einer ganz eigenthümlichen Spielart — oder wenn man will „guten Art“ — entwickelt, ausgezeichnet durch eigenthümliche Färbung, rattenähnliche Form, geringe Größe, nächtliche Lebensweise und außerordentliche Wildheit. Das Wichtigste jedoch ist, daß sich diese neue Art, die ich *Lepus Huxleyi* nenne, mit dem europäischen Kaninchen, von dem sie abstammt, nicht mehr kreuzt und keine Bastarde mehr damit erzeugt.

Auf der andern Seite kennen wir jetzt zahlreiche Beispiele von fruchtbaren echten Bastarden, d. h. von Mischlingen die aus der Kreuzung von zwei ganz verschiedenen Arten hervorgegangen sind, und trotzdem sowohl unter einander, als auch mit einer ihrer Stammarten sich fortpflanzen. Den Botanikern sind solche „Bastard-Arten“ (*Species hybridae*) längst in Menge bekannt, z. B. aus den Gattungen der Distel (*Cirsium*), des Goldregen (*Cytisus*), der Brombeere (*Rubus*) u. s. w. Aber auch unter den Thieren sind dieselben keinesweges selten, und vielleicht sogar sehr häufig. Man kennt fruchtbare Bastarde, die aus der Kreuzung von zwei verschiedenen Arten einer Gattung entstanden sind, aus mehreren Gattungen der Schmetterlings-Ordnung (*Zygaena*, *Saturnia*), der Karpfen-Familie, der Finken, Hühner, Hunde, Katzen u. s. w. Zu den interessantesten gehört das Hasen-Kaninchen (*Lepus Darwinii*), der Bastard von unsern einheimischen Hasen und Kaninchen, welcher in Frankreich schon seit 1850 zu gastronomischen Zwecken in vielen Generationen gezüchtet worden ist. Ich besitze selbst durch die Güte des Professor Conrad, welcher diese Züchtungsversuche auf seinem Gute wiederholt hat, solche Bastarde, welche aus reiner Inzucht hervorgegangen sind, d. h. deren beide Eltern selbst Bastarde von einem Hasenvater und einer Kaninchenmutter sind. Der so erzeugte Halbblut-Bastard, welchen ich Darwin zu Ehren benannt habe, scheint

sich in reiner Inzucht so gut, wie jede „echte Species“ durch viele Generationen fortzupflanzen. Obwohl im Ganzen mehr seiner Kaninchenmutter ähnlich, besitzt derselbe doch in der Bildung der Ohren und der Hinterbeine bestimmte Eigenschaften seines Hasenvaters. Das Fleisch schmeckt vortrefflich, mehr hasenartig, obwohl die Farbe mehr kaninchenartig ist. Nun sind aber Hase (*Lepus timidus*) und Kaninchen (*Lepus cuniculus*) zwei so verschiedene Species der Gattung *Lepus*, daß kein Systematiker sie als Varietäten eines Genus anerkennen wird. Auch haben beide Arten so verschiedene Lebensweise und im wilden Zustande so große Abneigung gegen einander, daß sie sich aus freien Stücken nicht vermischen. Wenn man jedoch die neugeborenen Jungen beider Arten zusammen aufzieht, so kommt diese Abneigung nicht zur Entwicklung; sie vermischen sich mit einander und erzeugen den *Lepus Darwinii*.

Ein anderes ausgezeichnetes Beispiel von Kreuzung verschiedener Arten (wobei die beiden Species sogar verschiedenen Gattungen angehören!) liefern die fruchtbaren Bastarde von Schafen und Ziegen, die in Chile seit langer Zeit zu industriellen Zwecken gezogen werden. Welche unwesentlichen Umstände bei der geschlechtlichen Vermischung die Fruchtbarkeit der verschiedenen Arten bedingen, das zeigt der Umstand, daß Ziegenböcke und Schafe bei ihrer Vermischung fruchtbare Bastarde erzeugen, während Schafbock und Ziege sich überhaupt selten paaren, und dann ohne Erfolg. So sind also die Erscheinungen des Hybridismus, auf welche man irrthümlicherweise ein ganz übertriebenes Gewicht gelegt hat, für den Speciesbegriff gänzlich bedeutungslos. Die Bastardzeugung setzt uns eben so wenig, als irgend eine andere Erscheinung, in den Stand, die cultivirten Rassen von den wilden Arten durchgreifend zu unterscheiden. Dieser Umstand ist aber von der größten Bedeutung für die Selectionstheorie.

Siebenter Vortrag.

Die Züchtungslehre oder Selectionstheorie. (Der Darwinismus.)

Darwinismus (Selectionstheorie) und Lamarckismus (Descendenztheorie). Der Vorgang der künstlichen Züchtung: Auslese (Selection) der verschiedenen Einzelmwesen zur Nachzucht. Die wirkenden Ursachen der Umbildung: Abänderung, mit der Ernährung zusammenhängend, und Vererbung, mit der Fortpflanzung zusammenhängend. Mechanische Natur dieser beiden physiologischen Functionen. Der Vorgang der natürlichen Züchtung: Auslese (Selection) durch den Kampf um's Dasein. Malthus' Bevölkerungstheorie. Mißverhältniß zwischen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der wirklichen (actuellen) Individuen jeder Organismenart. Allgemeiner Wettkampf um die Existenz, oder Mitbewerbung um die Erlangung der nothwendigen Lebensbedürfnisse. Umbildende und züchtende Kraft dieses Kampfes um's Dasein. Vergleichung der natürlichen und der künstlichen Züchtung. Zuchtwahl im Menschenleben. Militärische und medicinische Züchtung.

Meine Herren! Wenn heutzutage häufig die gesammte Entwicklungstheorie, mit der wir uns in diesen Vorträgen beschäftigen, als Darwinismus bezeichnet wird, so geschieht dies eigentlich nicht mit Recht. Denn wie Sie aus der geschichtlichen Einleitung der letzten Vorträge gesehen haben werden, ist schon zu Anfang unseres Jahrhunderts die wichtigste Grundlage der Entwicklungstheorie, nämlich die Abstammungslehre oder Descendenztheorie, ganz deutlich ausgesprochen, und insbesondere durch Lamarck in die Naturwissenschaft eingeführt worden. Man könnte daher diesen Theil der Entwicklungstheorie, welcher die gemeinsame Abstammung aller Thier- und Pflan-

jenarten von einfachsten gemeinsamen Stammformen behauptet, seinem verdientesten Begründer zu Ehren mit vollem Rechte Lamarckismus nennen, wenn man einmal an den Namen eines einzelnen hervorragenden Naturforschers das Verdienst knüpfen will, eine solche Grundlehre zuerst durchgeführt zu haben. Dagegen würden wir mit Recht als Darwinismus die Selectionstheorie oder Züchtungslehre zu bezeichnen haben, denjenigen Theil der Entwicklungstheorie, welcher uns zeigt, auf welchem Wege und warum die verschiedenen Organismenarten aus jenen einfachsten Stammformen sich entwickelt haben (Gen. Morph. II, 166).

Allerdings finden wir die erste Spur von einer Idee der natürlichen Züchtung schon vierzig Jahre vor dem Erscheinen von Darwin's Werke. Im Jahre 1818 erschien nämlich eine, bereits 1813 vor der Royal Society gelesene „Nachricht über eine Frau der weißen Rasse, deren Haut zum Theil der eines Negers gleicht.“ Der Verfasser derselben, Dr. W. C. Wells, führt an, daß Neger und Mulatten sich durch Immunität gegen gewisse Tropenkrankheiten vor der weißen Rasse auszeichnen. Bei dieser Gelegenheit bemerkt er, daß alle Thiere bis zu einem gewissen Grade abzuändern streben, daß die Landwirthe durch Benützung dieser Eigenschaft und durch Zuchtwahl ihre Hausthiere veredeln, und fährt dann fort: „Was aber im lezten Falle durch Kunst geschieht, scheint mit gleicher Wirksamkeit, wenn auch langsamer, bei der Bildung der Menschenrassen, die für die von ihnen bewohnten Gegenden eingerichtet sind, durch die Natur zu geschehen. Unter den zufälligen Varietäten von Menschen, die unter den wenigen und zerstreuten Einwohnern der mittleren Gegenden von Africa auftreten, werden einige besser als andere die Krankheiten des Landes überstehen. In Folge davon wird sich diese Rasse vermehren, während die Anderen abnehmen, und zwar nicht bloß weil sie unfähig sind, die Erkrankungen zu überstehen, sondern weil sie nicht im Stande sind, mit ihren kräftigeren Nachbarn zu concurriren. Ich nehme als ausgemacht an, daß die Farbe dieser kräftigeren Rasse dunkel sein wird. Da aber die Neigung Varietäten

täten zu bilden noch besteht, so wird sich eine immer dunklere Rasse im Laufe der Zeit ausbilden; und da die dunkelste am besten für das Klima paßt, so wird diese zuletzt in ihrer Heimath, wenn nicht die einzige, doch die herrschende werden."

Obwohl in diesem Aufsatze von Wells das Princip der natürlichen Züchtung deutlich ausgesprochen und anerkannt ist, so wird es doch bloß in sehr beschränkter Ausdehnung auf die Entstehung der Menschenrassen angewendet und nicht weiter für den Ursprung der Thier- und Pflanzen-Arten verwerthet. Das hohe Verdienst Darwin's, die Selectionstheorie selbstständig ausgebildet und zur vollen und verdienten Geltung gebracht zu haben, wird durch jene frühere, verborgen gebliebene Bemerkung von Wells ebenso wenig geschmälert, als durch einige fragmentarische Bemerkungen über natürliche Züchtung von Patrick Matthew, die in einem 1831 erschienenen Buche über „Schiffsbauholz und Baumcultur“ versteckt sind. Auch der berühmte Reisende Alfred Wallace, der unabhängig von Darwin die Selectionstheorie ausgebildet und 1858 gleichzeitig mit Darwin's erster Mittheilung veröffentlicht hatte, steht sowohl hinsichtlich der tiefen Auffassung, als der ausgedehnten Anwendung derselben, weit hinter seinem größeren und älteren Landsmanne zurück, der durch seine höchst umfassende und geniale Ausbildung der ganzen Lehre sich gerechten Anspruch erworben hat, die Theorie mit seinem Namen verbunden zu sehen.

Diese Züchtungslehre oder Selectionstheorie, der Darwinismus im eigentlichen Sinne, zu dessen Betrachtung wir uns jetzt wenden, beruht wesentlich (wie es bereits in dem letzten Vortrage angedeutet wurde) auf der Vergleichung derjenigen Thätigkeit, welche der Mensch bei der Züchtung der Hausthiere und Gartenpflanzen ausübt, mit denjenigen Vorgängen, welche in der freien Natur, außerhalb des Kulturzustandes, zur Entstehung neuer Arten und neuer Gattungen führen. Wir müssen uns, um diese letzten Vorgänge zu verstehen, also zunächst zur künstlichen Züchtung des Menschen wenden, wie es auch von Darwin selbst geschehen ist. Wir müssen untersuchen,

welche Erfolge der Mensch durch seine künstliche Züchtung erzielt, und welche Mittel er anwendet, um diese Erfolge hervorzubringen; und dann müssen wir uns fragen: „Giebt es in der Natur ähnliche Kräfte, ähnlich wirkende Ursachen, wie sie der Mensch hier anwendet?“

Was nun zunächst die künstliche Züchtung betrifft, so gehen wir von der Thatsache aus, die zuletzt erörtert wurde, daß deren Producte in nicht seltenen Fällen viel mehr von einander verschieden sind, als die Erzeugnisse der natürlichen Züchtung. In der That weichen die Rassen oder Spielarten oft in viel höherem Grade und in viel wichtigeren Eigenschaften von einander ab, als es viele sogenannte „gute Arten“ oder Species, ja bisweilen sogar mehr, als es sogenannte „gute Gattungen“ im Naturzustande thun. Vergleichen Sie z. B. die verschiedenen Apfelsorten, welche die Gartenkunst von einer und derselben ursprünglichen Apfelsform gezogen hat, oder vergleichen Sie die verschiedenen Pferderassen, welche die Thierzüchter aus einer und derselben ursprünglichen Form des Pferdes abgeleitet haben, so finden Sie leicht, daß die Unterschiede der am meisten verschiedenen Formen ganz außerordentlich bedeutend sind, viel bedeutender, als die sogenannten „specifischen Unterschiede“, welche von den Zoologen und Botanikern bei Vergleichung der wilden Arten angewandt werden, um darauf hin verschiedene sogenannte „gute Arten“ zu unterscheiden.

Wodurch bringt nun der Mensch diese außerordentliche Verschiedenheit oder Divergenz mehrerer Formen hervor, die erwiesenermaßen von einer und derselben Stammform abstammen? Lassen Sie uns zur Beantwortung dieser Frage einen Gärtner verfolgen, der bemüht ist, eine neue Pflanzenform zu züchten, die sich durch eine schöne Blumenfarbe auszeichnet. Derselbe wird zunächst unter einer großen Anzahl von Pflanzen, welche Sämlinge einer und derselben Pflanze sind, eine Auswahl oder Selection treffen. Er wird diejenigen Pflanzen heraussuchen, welche die ihm erwünschte Blütenfarbe am meisten ausgeprägt zeigen. Gerade die Blütenfarbe ist ein sehr veränderlicher Gegenstand. Zum Beispiel zeigen Pflanzen,

welche in der Regel eine weiße Blüthe besitzen, sehr häufig Abweichungen in's Blaue oder Rothe hinein. Gesezt nun, der Gärtner wünscht eine solche, gewöhnlich weiß blühende Pflanze in rother Farbe zu erhalten, so würde er sehr sorgfältig unter den mancherlei verschiedenen Individuen, die Abkömmlinge einer und derselben Samenpflanze sind, diejenigen heraussuchen, die am deutlichsten einen rothen Anflug zeigen, und diese ausschließlich aussäen, um neue Individuen derselben Art zu erzielen. Er würde die übrigen Samenpflanzen, die weiße oder weniger deutlich rothe Farbe zeigen, ausfallen lassen und nicht weiter cultiviren. Ausschließlich die einzelnen Pflanzen, deren Blüthe das stärkste Roth zeigen, würde er fortpflanzen und die Samen, welche diese auserlesenen Pflanzen bringen, würde er wieder aussäen. Von den Samenpflanzen dieser zweiten Generation würde er wiederum diejenigen sorgfältig herauslesen, die das Rothe, das nun der größte Theil der Samenpflanzen zeigen würde, am deutlichsten ausgeprägt haben. Wenn eine solche Auslese durch eine Reihe von sechs oder zehn Generationen hindurch geschieht, wenn immer mit großer Sorgfalt diejenige Blüthe ausgesucht wird, die das tiefste Roth zeigt, so wird der Gärtner in der sechsten oder zehnten Generation eine Pflanze mit rein rother Blüthenfarbe bekommen, wie sie ihm erwünscht war.

Ebenso verfährt der Landwirth, welcher eine besondere Thier-
rasse züchten will, also z. B. eine Schafforte, welche sich durch besonders feine Wolle auszeichnet. Das einzige Verfahren, welches bei der Vervollkommnung der Wolle angewandt wird, besteht darin, daß der Landwirth mit der größten Sorgfalt und Ausdauer unter der ganzen Schafheerde diejenigen Individuen ausucht, die die feinste Wolle haben. Diese allein werden zur Nachzucht verwandt, und unter der Nachkommenschaft dieser Auserwählten werden abermals diejenigen herausgesucht, die sich durch die feinste Wolle auszeichnen u. s. f. Wenn diese sorgfältige Auslese eine Reihe von Generationen hindurch fortgesetzt wird, so zeichnen sich zuletzt die auserlesenen Zuchtschafe durch eine Wolle aus, welche sehr auffallend,

und zwar nach dem Wunsche und zu Gunsten des Züchters, von der Wolle des ursprünglichen Stammvaters verschieden ist.

Die Unterschiede der einzelnen Individuen, auf die es bei dieser künstlichen Auslese ankommt, sind sehr klein. Ein gewöhnlicher ungeübter Mensch ist nicht im Stande, die ungemein feinen Unterschiede der Einzelwesen zu erkennen, welche ein geübter Züchter auf den ersten Blick wahrnimmt. Das Geschäft des Züchters ist keine leichte Kunst; dasselbe erfordert einen außerordentlich scharfen Blick, eine große Geduld, eine äußerst sorgsame Behandlungsweise der zu züchtenden Organismen. Bei jeder einzelnen Generation fallen die Unterschiede der Individuen dem Laien vielleicht gar nicht in das Auge; aber durch die Häufung dieser feinen Unterschiede während einer Reihe von Generationen wird die Abweichung von der Stammform zuletzt sehr bedeutend. Sie wird so auffallend, daß endlich die künstlich erzeugte Form von der ursprünglichen Stammform in weit höherem Grade abweichen kann, als zwei sogenannte gute Arten im Naturzustande thun. Die Züchtungskunst ist jetzt so weit gediehen, daß der Mensch oft willkürlich bestimmte Eigenthümlichkeiten bei den cultivirten Arten der Thiere und Pflanzen erzeugen kann. Man kann an die geübtesten Gärtner und Landwirthe bestimmte Aufträge geben, und z. B. sagen: Ich wünsche diese Pflanzenart in der und der Farbe mit der und der Zeichnung zu haben. Wo die Züchtung so vervollkommnet ist, wie in England, sind die Gärtner und Landwirthe häufig im Stande, innerhalb einer bestimmten Zeitdauer, nach Verlauf einer Anzahl von Generationen, das verlangte Resultat auf Bestellung zu liefern. Einer der erfahrensten englischen Züchter, Sir John Sebright, konnte sagen „er wolle eine ihm aufgebene Feder in drei Jahren hervorbringen, er bedürfe aber sechs Jahre, um eine gewünschte Form des Kopfes und Schnabels zu erlangen“. Bei der Zucht der Merinoschafe in Sachsen werden die Thiere dreimal wiederholt neben einander auf Tische gelegt und auf das Sorgfältigste vergleichend studirt. Jedesmal werden nur die besten Schafe, mit der feinsten Wolle, ausgelesen, so daß zuletzt von

einer großen Menge nur einzelne wenige, aber ganz außerlesen feine Thiere übrig bleiben. Nur diese letzten werden zur Nachzucht verwandt. Es sind also, wie Sie sehen, ungemein einfache Ursachen, mittelst welcher die künstliche Züchtung zuletzt große Wirkungen hervorbringt, und diese großen Wirkungen werden nur erzielt durch Summirung der einzelnen an sich sehr unbedeutenden Unterschiede, die durch fortwährend wiederholte Auslese oder Selection in einem überraschenden Maaße vergrößert werden.

Ghe wir nun zur Vergleichung dieser künstlichen Züchtung mit der natürlichen übergehen, wollen wir uns klar machen, welche natürlichen Eigenschaften der Organismen der künstliche Züchter oder Cultivateur benützt. Man kann alle verschiedenen Eigenschaften, die hierbei in das Spiel kommen, schließlich zurückführen auf zwei physiologische Grundeigenschaften des Organismus, die sämmtlichen Thieren und Pflanzen gemeinschaftlich sind, und die mit den beiden Thätigkeiten der Fortpflanzung und Ernährung auf das Innigste zusammenhängen. Diese beiden Grundeigenschaften sind die Erbllichkeit oder die Fähigkeit der Vererbung und die Veränderlichkeit oder die Fähigkeit der Anpassung. Der Züchter geht aus von der Thatsache, daß alle Individuen einer und derselben Art verschieden sind, wenn auch in sehr geringem Grade, eine Thatsache, die sowohl von den Organismen im wilden wie im Culturzustande gilt. Wenn Sie sich in einem Walde umsehen, der nur aus einer einzigen Baumart, z. B. Buche, besteht, werden Sie ganz gewiß im ganzen Walde nicht zwei Bäume dieser Art finden, die absolut gleich sind, die in der Form der Verästelung, in der Zahl der Zweige und Blätter, der Blüthen und Früchte, sich vollkommen gleichen. Es finden sich individuelle Unterschiede überall, gerade so wie bei dem Menschen. Es giebt nicht zwei Menschen, welche absolut identisch sind, vollkommen gleich in Größe, Gesichtsbildung, Zahl der Haare, Temperament, Charakter u. s. w. Ganz dasselbe gilt aber auch von den Einzelwesen aller verschiedenen Thier- und Pflanzenarten. Bei den meisten Organismen erscheinen allerdings die Unterschiede für den

Laien sehr geringfügig. Es kommt aber hierbei wesentlich an auf die Uebung in der Erkenntniß dieser oft sehr feinen Formcharaktere. Ein Schafhirt z. B. kennt in seiner Herde jedes einzelne Individuum bloß durch genaue Beobachtung der Eigenschaften, während ein Laie nicht im Stande ist, alle die verschiedenen Individuen einer und derselben Herde zu unterscheiden. Die Thatsache der individuellen Verschiedenheit ist die äußerst wichtige Grundlage, auf welche sich das ganze Züchtungsvermögen des Menschen gründet. Wenn nicht überall jene individuellen Unterschiede wären, so könnte er nicht aus einer und derselben Stammform eine Masse verschiedener Spielarten oder Rassen erziehen. Wir müssen von vornherein den Grundsatz festhalten, daß diese Erscheinung ganz allgemein ist. Wir müssen nothwendig dieselbe auch da voraussetzen, wo wir mit unseren groben sinnlichen Hilfsmitteln nicht im Stande sind, die Unterschiede zu erkennen. Wir können bei den höheren Pflanzen, bei den Phanerogamen oder Blüthenpflanzen, wo die einzelnen individuellen Stöcke so zahlreiche Unterschiede in der Zahl der Aeste und Blätter, in der Bildung des Stammes und der Aeste zeigen, fast immer diese Unterschiede leicht wahrnehmen. Aber bei den niederen Pflanzen, z. B. Moosen, Algen, Pilzen, und bei den meisten Thieren, namentlich den niederen Thieren, ist dies nicht der Fall. Die individuelle Unterscheidung aller Einzelwesen einer Art ist hier meistens äußerst schwierig oder ganz unmöglich. Es liegt jedoch kein Grund vor, bloß denjenigen Organismen eine individuelle Verschiedenheit zuzuschreiben, bei denen wir sie sogleich erkennen können. Vielmehr können wir dieselbe mit voller Sicherheit als allgemeine Eigenschaft aller Organismen annehmen, und wir können dies um so mehr, da wir im Stande sind, die Veränderlichkeit der Individuen zurückzuführen auf die mechanischen Verhältnisse der Ernährung. Wir können zeigen, daß wir durch Beeinflussung der Ernährung im Stande sind, auffallende individuelle Unterschiede da hervorzubringen, wo sie unter nicht veränderten Ernährungsverhältnissen nicht wahrzunehmen

sein würden. Die vielen verwickelten Bedingungen der Ernährung sind aber niemals bei zwei Individuen einer Art absolut gleich.

Ebenso nun, wie wir die Veränderlichkeit oder die Anpassungsfähigkeit in ursächlichem Zusammenhang mit den allgemeinen Ernährungsverhältnissen der Thiere und Pflanzen sehen, ebenso finden wir die zweite fundamentale Lebenserscheinung, mit der wir es hier zu thun haben, nämlich die Vererbungsfähigkeit oder Erbllichkeit, in unmittelbarem Zusammenhang mit den Erscheinungen der Fortpflanzung. Das zweite, was der Landwirth und der Gärtner bei der künstlichen Züchtung thut, nachdem er ausgesucht, also die Veränderlichkeit benutzt hat, ist, daß er die veränderten Formen festzuhalten und auszubilden sucht durch die Vererbung. Er geht aus von der allgemeinen Thatsache, daß die Kinder ihren Eltern ähnlich sind: „Der Apfel fällt nicht weit vom Stamm.“ Diese Erscheinung der Erbllichkeit ist bisher in sehr geringem Maaße wissenschaftlich untersucht worden, was zum Theil daran liegen mag, daß die Erscheinung eine zu alltägliche ist. Jedermann findet es ganz natürlich, daß eine jede Art ihres Gleichen erzeugt, daß nicht plötzlich ein Pferd eine Gans oder eine Gans einen Frosch erzeugt. Man ist gewöhnt, diese alltäglichen Vorgänge der Erbllichkeit als selbstverständlich anzusehen. Nun ist aber diese Erscheinung nicht so selbstverständlich einfach, wie sie auf den ersten Blick erscheint und namentlich wird sehr häufig bei der Betrachtung der Erbllichkeit übersehen, daß die verschiedenen Nachkommen, die von einem und demselben Elternpaar herkommen, in der That niemals einander ganz gleich, auch niemals absolut gleich den Eltern, sondern immer ein wenig verschieden sind. Wir können den Grundsatz der Erbllichkeit nicht dahin formuliren: „Gleiches erzeugt Gleiches“, sondern wir müssen ihn vielmehr bedingter dahin aussprechen: „Aehnliches erzeugt Aehnliches.“ Der Gärtner wie der Landwirth benutzt in dieser Beziehung die Thatsache der Vererbung im weitesten Umfang, und zwar mit besonderer Rücksicht darauf, daß nicht allein diejenigen Eigenschaften von den Organismen vererbt werden, die sie bereits von den Eltern ererbt haben, sondern auch diejenigen,

die sie selbst erworben haben. Das ist ein wichtiger Punkt, auf den sehr viel ankommt. Der Organismus vermag nicht allein auf seine Nachkommen diejenigen Eigenschaften, diejenige Gestalt, Farbe, Größe zu übertragen, die er selbst von seinen Eltern ererbt hat; er vermag auch Abänderungen dieser Eigenschaften zu vererben, die er erst während seines Lebens durch den Einfluß äußerer Umstände, des Klimas, der Nahrung, der Erziehung u. s. w. erworben hat.

Das sind die beiden Grundeigenschaften der Thiere und Pflanzen, welche die Züchter benutzen, um neue Formen zu erzeugen. So außerordentlich einfach das theoretische Princip der Züchtung ist, so schwierig und ungeheuer verwickelt ist im Einzelnen die practische Verwerthung dieses einfachen Princips. Der denkende, planmäßig arbeitende Züchter muß die Kunst verstehen, die allgemeine Wechselwirkung zwischen den beiden Grundeigenschaften der Erbllichkeit und Veränderlichkeit richtig in jedem einzelnen Falle zu verwerthen.

Wenn wir nun die eigentliche Natur jener beiden wichtigen Lebens Eigenschaften untersuchen, so finden wir, daß wir sie, gleich allen physiologischen Functionen, zurückführen können auf physikalische und chemische Ursachen, auf Eigenschaften und Bewegungserscheinungen der Materien, aus denen der Körper der Thiere und Pflanzen besteht. Wie wir später bei einer genaueren Betrachtung dieser beiden Functionen zu begründen haben werden, ist ganz allgemein ausgedrückt die Vererbung wesentlich bedingt durch die materielle Continuität, durch die theilweise stoffliche Gleichheit des erzeugenden und des gezeugten Organismus, des Kindes und der Eltern. Bei jedem Zeugungsakte wird eine gewisse Menge von Protoplasma oder eiweißartiger Materie von den Eltern auf das Kind übertragen, und mit diesem Protoplasma wird zugleich die demselben individuell eigenthümliche Molekular-Bewegung übertragen. Diese molekularen Bewegungserscheinungen des Protoplasma, welche die Lebenserscheinungen hervorrufen und als die wahre Ursache derselben wirken, sind aber bei allen lebenden Individuen mehr oder weniger verschieden; sie sind unendlich mannichfaltig.

Andererseits ist die Anpassung oder Abänderung lediglich die Folge der materiellen Einwirkungen, welche die Materie des Organismus durch die denselben umgebende Materie erfährt, in der weitesten Bedeutung des Wortes durch die Lebensbedingungen. Die äußeren Einwirkungen der letzteren werden vermittelt durch die molekularen Ernährungsvorgänge in den einzelnen Körpertheilen. Bei jedem Anpassungsacte wird im ganzen Individuum oder in einem Theile desselben die individuelle, jedem Theile eigenthümliche Molekularbewegung des Protoplasma durch mechanische, durch physikalische oder chemische Einwirkungen anderer Körper gestört und verändert. Es werden also die angeborenen, ererbten Lebensbewegungen des Plasma, die molekularen Bewegungserrscheinungen der kleinsten eiweißartigen Körpertheilchen dadurch mehr oder weniger modificirt. Die Erscheinung der Anpassung oder Abänderung beruht mithin auf der materiellen Einwirkung, welche der Organismus durch seine Umgebung oder seine Existenzbedingungen erleidet, während die Vererbung in der theilweisen Identität des zeugenden und des erzeugten Organismus begründet ist. Das sind die eigentlichen, einfachen, mechanischen Grundlagen des künstlichen Züchtungsprocesses.

Darwin frug sich nun: Kommt ein ähnlicher Züchtungsproceß in der Natur vor, und giebt es in der Natur Kräfte, welche die Thätigkeit des Menschen bei der künstlichen Züchtung ersetzen können? Giebt es ein natürliches Verhältniß unter den wilden Thieren und Pflanzen, welches züchtend wirken kann, welches auslesend wirkt in ähnlicher Weise, wie bei der künstlichen Zuchtwahl oder Züchtung der planmäßige Wille des Menschen eine Auswahl übt? Auf die Entdeckung eines solchen Verhältnisses kam hier alles an und sie gelang Darwin in so befriedigender Weise, daß wir eben deshalb seine Züchtungslehre oder Selectionstheorie als vollkommen ausreichend betrachten, um die Entstehung der wilden Thier- und Pflanzenarten mechanisch zu erklären. Dasjenige Verhältniß, welches im freien Naturzustande züchtend und umbildend auf die Formen der Thiere und

Pflanzen einwirkt, bezeichnet Darwin mit dem Ausdruck: „Kampf um's Dasein“ (Struggle for life).

Der „Kampf um's Dasein“ ist rasch ein Stichwort des Tages geworden. Trotzdem ist diese Bezeichnung vielleicht in mancher Beziehung nicht ganz glücklich gewählt, und würde wohl schärfer gefaßt werden können als „Mitbewerbung um die nothwendigen Existenzbedürfnisse“. Man hat nämlich unter dem „Kampfe um das Dasein“ manche Verhältnisse begriffen, die eigentlich im strengen Sinne nicht hierher gehören. Zu der Idee des „Struggle for life“ gelangte Darwin, wie aus dem im letzten Vortrage mitgetheilten Briefe ersichtlich ist, durch das Studium des Buches von Malthus „über die Bedingung und die Folgen der Volksvermehrung.“ In diesem wichtigen Werke wurde der Beweis geführt, daß die Zahl der Menschen im Ganzen durchschnittlich in geometrischer Progression wächst, während die Menge ihrer Nahrungsmittel nur in arithmetischer Progression zunimmt. Aus diesem Mißverhältnisse entspringen eine Masse von Uebelständen in der menschlichen Gesellschaft, welche einen beständigen Wettkampf der Menschen um die Erlangung der nothwendigen, aber nicht für Alle ausreichenden Unterhaltsmittel veranlassen.

Darwin's Theorie vom Kampfe um das Dasein ist gewissermaßen eine allgemeine Anwendung der Bevölkerungstheorie von Malthus auf die Gesamtheit der organischen Natur. Sie geht von der Ermägung aus, daß die Zahl der möglichen organischen Individuen, welche aus den erzeugten Keimen hervorgehen könnten, viel größer ist, als die Zahl der wirklichen Individuen, welche thatsächlich gleichzeitig auf der Erdoberfläche leben. Die Zahl der möglichen oder potentiellen Individuen wird uns gegeben durch die Zahl der Eier und der ungeschlechtlichen Keime, welche die Organismen erzeugen. Die Zahl dieser Keime, aus deren jedem unter günstigen Verhältnissen ein Individuum entstehen könnte, ist sehr viel größer, als die Zahl der wirklichen oder actuellen Individuen, d. h. derjenigen, welche wirklich aus diesen Keimen entstehen, zum Leben

gelangen und sich fortpflanzen. Die bei weitem größte Zahl aller Keime geht in der frühesten Lebenszeit zu Grunde, und es sind immer nur einzelne bevorzugte Organismen, welche sich ausbilden können, welche namentlich die erste Jugendzeit glücklich überstehen und schließlich zur Fortpflanzung gelangen. Diese wichtige Thatsache wird einfach bewiesen durch die Vergleichung der Eierzahl bei den einzelnen Arten mit der Zahl der Individuen, die von diesen Arten existiren. Diese Zahlenverhältnisse zeigen die auffallendsten Widersprüche. Es giebt z. B. Hühnerarten, welche sehr zahlreiche Eier legen, und die dennoch zu den seltensten Vögeln gehören; und derjenige Vogel, der der gemeinste von allen sein soll, der Eissturmvogel (*Procellaria glacialis*), legt nur ein einziges Ei. Ebenso ist das Verhältniß bei anderen Thieren. Es giebt viele, sehr seltene, wirbellose Thiere, welche eine ungeheure Masse von Eiern legen; und wieder andere, die nur sehr wenige Eier produciren und doch zu den gemeinsten Thieren gehören. Denken Sie z. B. an das Verhältniß, welches sich bei den menschlichen Bandwürmern findet. Jeder Bandwurm erzeugt binnen kurzer Zeit Millionen von Eiern, während der Mensch, der den Bandwurm beherbergt, eine viel geringere Zahl Eier in sich bildet; und dennoch ist glücklicher Weise die Zahl der Bandwürmer viel geringer, als die der Menschen. Ebenso sind unter den Pflanzen viele prachtvollere Orchideen, die Tausende von Samen erzeugen, sehr selten, und einige asterähnliche Pflanzen (Compositen), die nur wenige Samen bilden, äußerst gemein.

Diese wichtige Thatsache ließe sich noch durch eine ungeheure Masse anderer Beispiele erläutern. Es bedingt also offenbar nicht die Zahl der wirklich vorhandenen Keime die Zahl der später in's Leben tretenden und sich am Leben erhaltenden Individuen, sondern es ist vielmehr die Zahl dieser letzteren durch ganz andere Verhältnisse bedingt, zumal durch die Wechselbeziehungen, in denen sich der Organismus zu seiner organischen, wie anorganischen Umgebung befindet. Jeder Organismus kämpft von Anbeginn seiner Existenz an mit einer Anzahl von feindlichen Einflüssen, er kämpft mit Thieren, welche von

diesem Organismus leben, denen er als natürliche Nahrung dient, mit Raubthieren und mit Schmaropethieren; er kämpft mit anorganischen Einflüssen der verschiedensten Art, mit Temperatur, Witterung und anderen Umständen; er kämpft aber (und das ist viel wichtiger!), vor allem mit den ihm ähnlichsten, gleichartigen Organismen. Jedes Individuum einer jeden Thier- oder Pflanzenart ist im heftigsten Wettstreit mit den anderen Individuen derselben Art begriffen, die mit ihm an demselben Orte leben. Die Mittel zum Lebensunterhalt sind in der Oekonomie der Natur nirgends in Fülle ausgestreut, vielmehr im Ganzen sehr beschränkt, und nicht entfernt für die Masse von Individuen ausreichend, die sich aus den Keimen entwickeln könnte. Daher müssen bei den meisten Thier- und Pflanzenarten die jugendlichen Individuen es sich sehr schwer machen lassen, um zu den nöthigen Mitteln des Lebensunterhaltes zu gelangen; nothwendiger Weise entwickelt sich daraus ein Wettkampf zwischen denselben um die Erlangung dieser unentbehrlichen Existenzbedingungen.

Dieser große Wettkampf um die Lebensbedürfnisse findet überall und jederzeit statt, ebenso bei den Menschen und Thieren, wie bei den Pflanzen, bei welchen auf den ersten Blick dies Verhältniß nicht so klar am Tage zu liegen scheint. Wenn Sie ein Feld betrachten, welches sehr reichlich mit Weizen besäet ist, so kann von den zahlreichen jungen Weizenpflanzen (vielleicht von einigen Tausenden), die auf einem ganz beschränkten Raume emporkeimen, nur ein ganz kleiner Bruchtheil sich am Leben erhalten. Es findet da ein Wettkampf statt um den Bodenraum, den jede Pflanze braucht, um ihre Wurzel zu befestigen, ein Wettkampf um Sonnenlicht und Feuchtigkeit. Und ebenso finden Sie bei jeder Thierart, daß alle Individuen einer und derselben Art mit einander streiten um die Erlangung der unentbehrlichen Lebensmittel, der Existenzbedingungen im weiteren Sinne des Wortes. Allen sind sie gleich unentbehrlich; aber nur wenigen werden sie wirklich zu Theil. Alle sind berufen; aber wenige sind ausgewählt! Die Thatsache des großen Wettkampfes ist ganz allgemein. Sie brauchen bloß Ihren Blick auf die menschliche Gesellschaft zu len-

ten, in der ja überall, in allen verschiedenen Fächern der menschlichen Thätigkeit, dieser Wettkampf ebenfalls existirt. Auch hier werden die Verhältnisse des Wettkampfs wesentlich durch die freie Concurrrenz der verschiedenen Arbeiter einer und derselben Klasse bestimmt. Auch hier, wie überall, schlägt dieser Wettkampf zum Vortheil der Sache aus, zum Vortheil der Arbeit, welche der Gegenstand der Concurrrenz ist. Je größer und allgemeiner der Wettkampf oder die Concurrrenz, desto schneller häufen sich die Verbesserungen und Erfindungen auf diesem Arbeitsgebiete, desto mehr vervollkommen sich die Arbeiter.

Nun ist offenbar die Stellung der verschiedenen Individuen in diesem Kampfe um das Dasein ganz ungleich. Ausgehend wieder von der thatsächlichen Ungleichheit der Individuen, müssen wir überall nothwendig annehmen, daß nicht alle Individuen einer und derselben Art gleich günstige Aussichten haben. Schon von vornherein sind dieselben durch ihre verschiedenen Kräfte und Fähigkeiten verschieden im Wettkampfe gestellt, abgesehen davon, daß die Existenzbedingungen an jedem Punkt der Erdoberfläche verschieden sind und verschieden einwirken. Offenbar waltet hier ein unendlich verwickeltes Getriebe von Einwirkungen, die im Vereine mit der ursprünglichen Ungleichheit der Individuen während des bestehenden Wettkampfes um die Erlangung der Existenzbedingungen einzelne Individuen bevorzugen, andere benachtheiligen. Die bevorzugten Individuen werden über die anderen den Sieg erlangen, und während die letzteren in mehr oder weniger früher Zeit zu Grunde gehen, ohne Nachkommen zu hinterlassen, werden die ersteren allein jene überleben können und schließlich zur Fortpflanzung gelangen. Indem also voraussichtlich oder doch vorwiegend die im Kampfe um das Dasein begünstigten Einzelwesen zur Fortpflanzung gelangen, werden wir (schon allein in Folge dieses Verhältnisses) in der nächsten Generation, die von dieser erzeugt wird, Unterschiede von der vorhergehenden wahrnehmen. Es werden schon die Individuen dieser zweiten Generation, wenn auch nicht alle, doch zum Theile, durch Vererbung den individuellen Vortheil überkommen

haben, durch welchen ihre Eltern über deren Nebenbuhler den Sieg davon trugen.

Nun wird aber — und das ist ein sehr wichtiges Vererbungs-gesetz — wenn eine Reihe von Generationen hindurch eine solche Uebertragung eines günstigen Characters stattfindet, derselbe nicht einfach in der ursprünglichen Weise übertragen, sondern er wird fortwährend gehäuft und gestärkt, und er gelangt schließlich in einer letzten Generation zu einer Stärke, welche diese Generation schon sehr wesentlich von der ursprünglichen Stammform unterscheidet. Lassen Sie uns zum Beispiel eine Anzahl von Pflanzen einer und derselben Art betrachten, die an einem sehr trocknen Standort zusammenwachsen. Da die Haare der Blätter für die Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Luft sehr nützlich sind, und da die Behaarung der Blätter sehr veränderlich ist, so werden an diesem ungünstigen Standorte, wo die Pflanzen direct mit dem Mangel an Wasser kämpfen und dann noch einen Wettkampf unter einander um die Erlangung des Wassers bestehen, die Individuen mit den dichtest behaarten Blättern bevorzugt sein. Diese werden allein aushalten, während die anderen, mit kahleren Blättern, zu Grunde gehen; die behaarteren werden sich fortpflanzen und die Abkömmlinge derselben werden sich durchschnittlich durch dicke und starke Behaarung mehr auszeichnen, als es bei den Individuen der ersten Generation der Fall war. Geht dieser Prozeß an einem und demselben Orte mehrere Generationen fort, so entsteht schließlich eine solche Häufung des Characters, eine solche Vermehrung der Haare auf der Blattoberfläche, daß eine ganz neue Art vorzuliegen scheint. Dabei ist zu berücksichtigen, daß in Folge der Wechselbeziehungen aller Theile jedes Organismus zu einander in der Regel nicht ein einzelner Theil sich verändern kann, ohne zugleich Aenderungen in anderen Theilen nach sich zu ziehen. Wenn also im letzten Beispiel die Zahl der Haare auf den Blättern bedeutend zunimmt, so wird dadurch anderen Theilen eine gewisse Menge von Nahrungsmaterial entzogen; das Material, welches zur Blütenbildung oder Samenbildung verwendet werden könnte, wird verringert, und es wird

dann die geringere Größe der Blüthe oder des Samens die mittelbare oder indirecte Folge des Kampfes um's Dasein werden, welcher zunächst nur eine Veränderung der Blätter bewirkt. Der Kampf um das Dasein wirkt also in diesem Falle züchtend und umbildend. Das Ringen der verschiedenen Individuen um die Erlangung der nothwendigen Existenzbedingungen, oder im weitesten Sinne gefaßt, die Wechselbeziehungen der Organismen zu ihrer gesammten Umgebung, bewirken Formveränderungen, wie sie im Culturzustande durch die Thätigkeit des züchtenden Menschen hervorgebracht werden.

Auf den ersten Blick wird Ihnen dieser Gedanke vielleicht sehr unbedeutend und kleinlich erscheinen, und Sie werden nicht geneigt sein, der Thätigkeit jenes Verhältnisses ein solches Gewicht einzuräumen, wie dasselbe in der That besißt. Ich muß mir daher vorbehalten, in einem späteren Vortrage an weiteren Beispielen das ungeheuer weit reichende Umgestaltungsvermögen der natürlichen Züchtung Ihnen vor Augen zu führen. Vorläufig beschränke ich mich darauf, Ihnen nochmals die beiden Vorgänge der künstlichen und natürlichen Züchtung neben einander zu stellen und Uebereinstimmung und Unterschied in beiden Züchtungsprozessen scharf gegen einander zu halten.

Natürliche sowohl, als künstliche Züchtung sind ganz einfache, natürliche, mechanische Lebensverhältnisse, welche auf der Wechselwirkung zweier physiologischer Functionen beruhen, nämlich der Anpassung und der Vererbung, Functionen, die als solche wieder auf physikalische und chemische Eigenschaften der organischen Materie zurückzuführen sind. Ein Unterschied beider Züchtungsformen besteht darin, daß bei der künstlichen Züchtung der Wille des Menschen planmäßig die Auswahl oder Auslese betreibt, während bei der natürlichen Züchtung der Kampf um das Dasein (jenes allgemeine Wechselverhältniß der Organismen) planlos wirkt, aber übrigens ganz dasselbe Resultat erzeugt, nämlich eine Auswahl oder Selection besonders gearteter Individuen zur Nachzucht. Die Veränderungen, welche durch die Züchtung hervorgebracht werden, schlagen bei der künstlichen Züchtung zum Vortheil des züchtenden Menschen aus,

bei der natürlichen Züchtung dagegen zum Vortheil des gezüchteten Organismus selbst, wie es in der Natur der Sache liegt.

Das sind die wesentlichsten Unterschiede und Uebereinstimmungen zwischen beiderlei Züchtungsarten. Es ist dann aber ferner noch zu berücksichtigen, daß ein weiterer Unterschied in der Zeitdauer besteht, welche für den Züchtungsprozeß in beiderlei Arten erforderlich ist. Der Mensch vermag bei der künstlichen Zuchtwahl in viel kürzerer Zeit sehr bedeutende Veränderungen hervorzubringen, während bei der natürlichen Zuchtwahl Aehnliches erst in viel längerer Zeit zu Stande gebracht wird. Das beruht darauf, daß der Mensch die Auslese viel sorgfältiger betreiben kann. Der Mensch kann unter einer großen Anzahl von Individuen mit der größten Sorgfalt Einzelne herauslesen, die übrigen ganz fallen lassen, und bloß die Bevorzugten zur Fortpflanzung verwenden, während das bei der natürlichen Zuchtwahl nicht der Fall ist. Da werden sich neben den bevorzugten, zuerst zur Fortpflanzung gelangenden Individuen, auch noch Einzelne oder Viele von den übrigen, weniger ausgezeichneten Individuen, neben den ersteren fortpflanzen. Ferner ist der Mensch im Stande, die Kreuzung zwischen der ursprünglichen und der neuen Form zu verhüten, die bei der natürlichen Züchtung oft nicht zu vermeiden ist. Wenn aber eine solche Kreuzung, d. h. eine geschlechtliche Verbindung der neuen Abart mit der ursprünglichen Stammform stattfindet, so schlägt die dadurch erzeugte Nachkommenschaft leicht in die letztere zurück. Bei der natürlichen Züchtung kann eine solche Kreuzung nur dann sicher vermieden werden, wenn die neue Abart sich durch Wanderung von der alten Stammform absondert und isolirt.

Die natürliche Züchtung wirkt daher sehr viel langsamer; sie erfordert viel längere Zeiträume, als der künstliche Züchtungsprozeß. Aber eine wesentliche Folge dieses Unterschiedes ist, daß dann auch das Product der künstlichen Zuchtwahl viel leichter wieder verschwindet, und die neu erzeugte Form in die ältere zurückschlägt, während das bei der natürlichen Züchtung nicht der Fall ist. Die neuen Arten oder Species, welche aus der natürlichen Züchtung entstehen, erhal-

ten sich viel constanter, schlagen viel weniger leicht in die Stammform zurück, als es bei den künstlichen Züchtungsproducten der Fall ist, und sie erhalten sich auch demgemäß eine viel längere Zeit hindurch beständig, als die künstlichen Rassen, die der Mensch erzeugt. Aber das sind nur untergeordnete Unterschiede, die sich durch die verschiedenen Bedingungen der natürlichen und der künstlichen Auslese erklären, und die auch wesentlich nur die Zeitdauer betreffen. Das Wesen der Formveränderung, und die Mittel, durch welche sie erzeugt wird, sind bei der künstlichen und natürlichen Züchtung ganz dieselben. (Gen. Morph. II., 248).

Die gedankenlosen und beschränkten Gegner Darwin's werden nicht müde zu behaupten, daß seine Selectionstheorie eine bodenlose Vermuthung, oder wenigstens eine Hypothese sei, welche erst bewiesen werden müsse. Daß diese Behauptung vollkommen unbegründet ist, können Sie schon aus den so eben erörterten Grundzügen der Züchtungslehre selbst entnehmen. Darwin nimmt als wirkende Ursachen für die Umbildung der organischen Gestalten keinerlei unbekannte Naturkräfte oder hypothetische Verhältnisse an, sondern einzig und allein die allgemein bekannten Lebensthätigkeiten aller Organismen, welche wir als Vererbung und Anpassung bezeichnen. Jeder physiologisch gebildete Naturforscher weiß, daß diese beiden Functionen unmittelbar mit den Thätigkeiten der Fortpflanzung und Ernährung zusammenhängen, und gleich allen anderen Lebenserscheinungen mechanische Naturprozesse sind, d. h. auf molekularen Bewegungsercheinungen der organischen Materie beruhen. Daß die Wechselwirkung dieser beiden Functionen an einer beständigen langsamen Umbildung der organischen Formen arbeitet, und daß diese zur Entstehung neuer Arten führt, wird mit Nothwendigkeit durch den Kampf um's Dasein bedingt. Dieser ist aber ebenso wenig ein hypothetisches oder des Beweises bedürftiges Verhältniß, als jene Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung. Vielmehr ist der Kampf um's Dasein eine mathematische Nothwendigkeit, welche aus dem Mißverhältniß zwischen der beschränkten Zahl der Stellen im Naturhaushalt und der übermäßigen

Zahl der organischen Keime entspringt. Durch die activen und passiven Wanderungen der Thiere und Pflanzen, welche überall und zu jeder Zeit stattfinden, wird außerdem noch die Entstehung neuer Arten in hohem Maße begünstigt, ohne daß dieselben jedoch als ein nothwendiger Factor für den Prozeß der natürlichen Züchtung anzusehen wären. Die Entstehung neuer Species durch die natürliche Züchtung, oder was dasselbe ist, durch die Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung im Kampfe um's Dasein, ist mithin eine mathematische Naturnothwendigkeit, welche keines weiteren Beweises bedarf. Wer auch bei dem gegenwärtigen Zustande unseres Wissens immer noch nach Beweisen für die Selectionstheorie verlangt, der beweist dadurch nur, daß er entweder dieselbe nicht vollständig versteht, oder mit den biologischen Thatsachen, mit dem empirischen Wissensschatz der Anthropologie, Zoologie und Botanik nicht hinreichend vertraut ist.

Wenn die natürliche Züchtung, wie wir behaupten, die große bewirkende Ursache ist, welche die ganze wundervolle Mannichfaltigkeit des organischen Lebens auf der Erde hervorgebracht hat, so müssen auch alle die interessanten Erscheinungen des Menschenlebens aus derselben Ursache erklärbar sein. Denn der Mensch ist ja nur ein höher entwickeltes Wirbelthier, und alle Seiten des Menschenlebens finden ihre Parallelen, oder richtiger ihre niederen Entwicklungszustände, im Thierreiche vorgebildet. Die ganze Völkergeschichte oder die sogenannte „Weltgeschichte“ muß dann durch „natürliche Züchtung“ erklärbar sein, muß ein physikalisch-chemischer Prozeß sein, der auf der Wechselwirkung der Anpassung und Vererbung in dem Kampfe der Menschen um's Dasein beruht. Und das ist in der That der Fall. Wir werden später noch die Beweise dafür beibringen. Hier erscheint es jedoch von Interesse, hervorzuheben, daß nicht nur die natürliche, sondern auch die künstliche Züchtung vielfach in der Weltgeschichte wirksam ist.

Ein ausgezeichnetes Beispiel von künstlicher Züchtung der Menschen in großem Maßstabe liefern die alten Spartaner, bei de-

nen auf Grund eines besonderen Gesetzes schon die neugeborenen Kinder einer sorgfältigen Musterung und Auslese unterworfen werden mußten. Alle schwächlichen, kränklichen oder mit irgend einem körperlichen Gebrechen behafteten Kinder wurden getödtet. Nur die vollkommen gesunden und kräftigen Kinder durften am Leben bleiben und sie allein gelangten später zur Fortpflanzung. Dadurch wurde die spartanische Rasse nicht allein beständig in außerlesener Kraft und Tüchtigkeit erhalten, sondern mit jeder Generation wurde ihre körperliche Vollkommenheit gesteigert. Gewiß verdankt das Volk von Sparta dieser künstlichen Auslese oder Züchtung zum großen Theil den seltenen Grad von männlicher Kraft und rauher Heldentugend, durch die es in der alten Geschichte hervorragt.

Auch manche Stämme unter den rothen Indianern Nordamerika's, die gegenwärtig im Kampfe um's Dasein den übermächtigen Eindringlingen der weißen Rasse trotz heldenmüthigster Gegenwehr erliegen, verdanken ihren besonderen Grad von Körperstärke und kriegerischer Tapferkeit einer ähnlichen sorgfältigen Auslese der neugeborenen Kinder. Auch hier werden alle schwachen oder mit irgend einem Fehler behafteten Kinder sofort getödtet und nur die vollkommen kräftigen Individuen bleiben am Leben und pflanzen die Rasse fort. Daß durch diese künstliche Züchtung die Rasse im Laufe zahlreicher Generationen bedeutend gekräftigt wird, ist an sich nicht zu bezweifeln und wird durch viele bekannte Thatsachen genügend bewiesen.

Das Gegentheil von der künstlichen Züchtung der wilden Rothhäute und der alten Spartaner bildet die individuelle Auslese, welche in unseren modernen Militärstaaten allgemein behufs Erhaltung der stehenden Heere ausgeübt wird, und welche wir ganz passend unter dem Namen der militärischen Züchtung als eine besondere Form der Zuchtwahl betrachten können. Leider tritt gerade in der neuesten Zeit das moderne Soldatenthum mehr als je in den Vordergrund des sogenannten „Kulturlebens“; die ganze Kraft und der ganze Reichtum blühender Kulturstaaten wird für seine Ausbildung vergeudet. Die Jugenderziehung dagegen und der öffentliche Unterricht,

die tiefen Grundlagen der wahren Volkswohlfahrt und der humanen Veredelung, werden in der bedauerlichsten Weise vernachlässigt und mißhandelt. Und das geschieht in Staaten, welche sich einbilden, die bevorzugten Träger der höchsten menschlichen Intelligenz zu sein und an der Spitze der Civilisation zu stehen! Bekanntlich werden, um das stehende Heer möglichst zu vergrößern, alljährlich alle gesunden und starken, jungen Männer durch strenge Rekrutirung ausgelesen. Je kräftiger, gesunder, normaler der Jüngling ist, desto größer ist für ihn die Aussicht, durch Zündnadeln, gezogene Kanonen und andere dergleichen Kulturinstrumente getödtet zu werden. Alle franken, schwächlichen oder mit Gebrechen behafteten Jünglinge dagegen werden von der „militärischen Selection“ verschont, bleiben während des Krieges zu Hause, heirathen und pflanzen sich fort. Je untauglicher, schwächer und verkümmerter der Jüngling ist, desto größere Aussicht hat er, der Rekrutirung zu entgehen und eine Familie zu gründen. Während die kräftige Blüthe der Jugend auf dem Schlachtfelde verblutet, genießt inzwischen der untaugliche Ausschuß die Genugthuung, sich fortzupflanzen und alle seine Schwächen und Gebrechen auf die Nachkommenschaft zu vererben. Nach den Vererbungsgesetzen muß aber nothwendig in Folge dessen bei jeder folgenden Generation nicht allein eine weitere Verbreitung, sondern auch eine tiefere Ausbildung des körperlichen und des davon untrennbaren geistigen Schwächezustandes eintreten. Durch diese und durch andere Formen der künstlichen Züchtung in unseren Kulturstaaten erklärt sich hinreichend die traurige Thatsache, daß in Wirklichkeit die Körperschwäche und Charakterschwäche unserer Kulturnationen in beständiger Zunahme begriffen ist, und mit dem starken, gesunden Körper auch der freie, unabhängige Geist immer seltener wird.

Zu der zunehmenden Entkräftung der modernen Kulturvölker, welche eine nothwendige Folge der militärischen Zuchtwahl ist, gesellt sich ferner der andere Uebelstand, daß die vervollkommnete Heilkunde der Neuzeit, obwohl immer noch wenig im Stande, Krankheiten wirklich zu heilen, doch mehr als früher die Kunst besitzt und

übt, schleichende, chronische Krankheiten auf lange Jahre hinauszuziehen. Gerade solche verheerende Uebel, wie Schwindsucht, Skrophelkrankheit, Syphilis, ferner viele Formen der Geisteskrankheiten, sind in besonderem Maße erblich und werden von den siechen Eltern auf einen Theil ihrer Kinder oder gar auf die ganze Nachkommenschaft übertragen. Je länger nun die kranken Eltern mit Hülfe der ärztlichen Kunst ihre sieche Existenz hinauszuziehen, desto zahlreichere Nachkommenschaft kann von ihnen die unheilbaren Uebel erben, eine desto größere Zahl von Individuen wird dann auch wieder in der folgenden Generation, Dank jener künstlichen „medicinischen Züchtung,“ von ihren Eltern mit dem schleichenden Erbübel angesteckt werden.

Wenn Jemand den Vorschlag wagen wollte, nach dem Beispiele der Spartaner und der Rothhäute die elenden und gebrechlichen Kinder, denen mit Sicherheit ein sieches Leben prophezeit werden kann, gleich nach der Geburt zu tödten, statt sie zu ihrem eigenen und zum Schaden der Gesamtheit am Leben zu erhalten, so würde unsere sogenannte „humane Civilisation“ in einen Schrei der Entrüstung ausbrechen. Aber dieselbe „humane Civilisation“ findet es ganz in der Ordnung und fügt sich ohne Murren darein, daß bei jedem ausbrechenden Kriege (— und bei dem jezigen Aufgehen des Kulturlebens in der Ausbildung stehender Heere müssen natürlich Kriege immer häufiger werden! —) Hunderte und Tausende der besten jugendkräftigsten Männer dem Hazardspiel der Schlachten geopfert werden. Dieselbe „humane Civilisation“ preist gegenwärtig die Abschaffung der Todesstrafe als eine „liberale Maßregel“! Und doch ist die Todesstrafe für unverbesserliche Verbrecher und Taugenichtse nicht nur gerecht, sondern auch eine Wohlthat für den besseren Theil der Menschheit; dieselbe Wohlthat, welche für das Gedeihen eines wohl cultivirten Gartens die Ausrottung des wuchernden Unkrauts ist. Wie durch sorgfältiges Ausjäten des Unkrauts nur Licht, Luft und Bodenraum für die edlen Nuzzpflanzen gewonnen wird, so würde durch unnachsichtliche Ausrottung aller unverbesser-

lichen Verbrecher nicht allein dem besseren Theile der Menschheit der „Kampf um's Dasein“ erleichtert, sondern auch ein vortheilhafter künstlicher Züchtungs-Prozeß ausgeübt, indem jenem entarteten Auswurfe der Menschheit die Möglichkeit benommen würde, seine verderblichen Eigenschaften durch Vererbung zu übertragen.

Gegen den verderblichen Einfluß der künstlichen militärischen und medicinischen Züchtung finden wir glücklicher Weise ein heilsames Gegengewicht in dem überall waltenden und unüberwindlichen Einflusse der viel stärkeren natürlichen Züchtung. Denn auch dieser ist überall im Menschenleben, wie im Thier- und Pflanzenleben, das wichtigste umgestaltende Princip und der kräftigste Hebel des Fortschritts und der Vervollkommnung. Der Kampf um's Dasein bringt es mit sich, daß im Großen und Ganzen immer der Bessere, weil der Vollkommnere, über den Schwächeren und Unvollkommneren siegt. Im Menschenleben aber wird dieser Kampf um's Dasein immer mehr zu einem Kampfe des Geistes werden, nicht zu einem Kampfe der Mordwaffen. Dasjenige Organ, welches beim Menschen vor allen anderen durch den veredelnden Einfluß der natürlichen Zuchtwahl vervollkommnet wird, ist das Gehirn. Der Mensch mit dem vollkommensten Verstande, nicht der Mensch mit dem besten Revolver, wird im Großen und Ganzen Sieger bleiben; er wird auf seine Nachkommen die Eigenschaften des Gehirns, die ihm zum Sieg verholfen hatten, vererben. So dürfen wir denn mit Fug und Recht hoffen, daß trotz aller Anstrengungen der rückwärts strebenden Gewalten der Fortschritt des Menschengeschlechts zur Freiheit, und dadurch zur möglichsten Vervollkommnung, unter dem segensreichen Einflusse der natürlichen Züchtung immer mehr und mehr zur Wahrheit werden wird.

Achter Vortrag.

Vererbung und Fortpflanzung.

Allgemeinheit der Erblichkeit und der Vererbung. Auffallende besondere Aeußerungen derselben. Menschen mit vier, sechs oder sieben Fingern und Zehen. Stachelschweinmenschen. Vererbung von Krankheiten, namentlich von Geisteskrankheiten. Erbsünde. Erbliche Monarchie. Erbadel. Erbliche Talente und Seeleneigenschaften. Materielle Ursachen der Vererbung. Zusammenhang der Vererbung mit der Fortpflanzung. Urzeugung und Fortpflanzung. Ungeschlechtliche oder monogone Fortpflanzung. Fortpflanzung durch Selbsttheilung. Moneren und Amöben. Fortpflanzung durch Knospenbildung, durch Keimknospenbildung und durch Keimzellenbildung. Geschlechtliche oder amphigone Fortpflanzung. Zwitterbildung oder Hermaphroditismus. Geschlechtstrennung oder Gonochorismus. Jungfräuliche Zeugung oder Parthenogenese. Materielle Uebertragung der Eigenschaften beider Eltern auf das Kind bei der geschlechtlichen Fortpflanzung. Unterschied der Vererbung bei der geschlechtlichen und bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung.

Meine Herren! Als die formbildende Naturkraft, welche die verschiedenen Gestalten der Thier- und Pflanzenarten erzeugt, haben Sie in dem letzten Vortrage nach Darwin's Theorie die natürliche Züchtung kennen gelernt. Wir verstanden unter diesem Ausdruck die allgemeine Wechselwirkung, welche im Kampfe um das Dasein zwischen der Erblichkeit und der Veränderlichkeit der Organismen stattfindet; zwischen zwei physiologischen Functionen, welche allen Thieren und Pflanzen eigenthümlich sind, und welche sich auf andere Lebensthätigkeiten, auf die Functionen der Fortpflanzung und Ernährung zurückführen lassen. Alle die verschiede-

nen Formen der Organismen, welche man gewöhnlich geneigt ist als Producte einer zweckmäßig thätigen Schöpferkraft anzusehen, konnten wir nach jener Züchtungstheorie auffassen als die nothwendigen Producte der zwecklos wirkenden natürlichen Züchtung, der unbewußten Wechselwirkung zwischen jenen beiden Eigenschaften der Veränderlichkeit und der Erblichkeit. Bei der außerordentlichen Wichtigkeit, welche diesen Lebens Eigenschaften der Organismen demgemäß zukommt, müssen wir zunächst dieselben etwas näher in das Auge fassen, und wir wollen uns heute mit der Vererbung beschäftigen (Gen. Morph. II., 170—191).

Genau genommen müssen wir unterscheiden zwischen der Erblichkeit und der Vererbung. Die Erblichkeit ist die Vererbungs kraft, die Fähigkeit der Organismen, ihre Eigenschaften auf ihre Nachkommen durch die Fortpflanzung zu übertragen. Die Vererbung oder Heredität dagegen bezeichnet die wirkliche Ausübung dieser Fähigkeit, die tatsächlich stattfindende Uebertragung.

Erblichkeit und Vererbung sind so allgemeine, alltägliche Erscheinungen, daß die meisten Menschen dieselben überhaupt nicht beachten, und daß die wenigsten geneigt sind, besondere Reflexionen über den Werth und die Bedeutung dieser Lebenserscheinungen anzustellen. Man findet es allgemein ganz natürlich und selbstverständlich, daß jeder Organismus seines Gleichen erzeugt, und daß die Kinder den Eltern im Ganzen wie im Einzelnen ähnlich sind. Gewöhnlich pflegt man die Erblichkeit nur in jenen Fällen hervorzuheben und zu besprechen, wo sie eine besondere Eigenthümlichkeit betrifft, die an einem menschlichen Individuum, ohne ererbt zu sein, zum ersten Male auftrat und von diesem auf seine Nachkommen übertragen wurde. In besonders auffallendem Grade zeigt sich so die Vererbung bei bestimmten Krankheiten und bei ganz ungewöhnlichen und unregelmäßigen (monströsen) Abweichungen von der gewöhnlichen Körperbildung.

Unter diesen Fällen von Vererbung monströser Abänderungen sind besonders lehrreich diejenigen, welche eine abnorme Vermehrung

oder Verminderung der Fünffzahl der menschlichen Finger und Zehen betreffen. Es kommen nicht selten menschliche Familien vor, in denen mehrere Generationen hindurch sechs Finger an jeder Hand oder sechs Zehen an jedem Fuße beobachtet werden. Seltener sind Beispiele von Siebenzahl oder von Vierzahl der Finger und Zehen. Die ungewöhnliche Bildung geht immer zuerst von einem einzigen Individuum aus, welches aus unbekanntem Ursachen mit einem Ueberschuß über die gewöhnliche Fünffzahl der Finger und Zehen geboren wird und diesen durch Vererbung auf einen Theil seiner Nachkommen überträgt. In einer und derselben Familie kann man die Sechszahl der Finger und Zehen durch drei, vier und mehr Generationen hindurch verfolgen. In einer spanischen Familie waren nicht weniger als vierzig Individuen durch diese Uebersahl ausgezeichnet. In allen Fällen ist die Vererbung der sechsten überzähligen Zehe oder des sechsten Fingers nicht bleibend und durchgreifend, weil die sechsfingerigen Menschen sich immer wieder mit fünfffingerigen vermischen. Würde eine sechsfingerige Familie sich in reiner Inzucht fortpflanzen, würden sechsfingerige Männer immer nur sechsfingerige Frauen heirathen, so würde durch Fixirung dieses Characters eine besondere sechsfingerige Menschenart entstehen. Da aber die sechsfingerigen Männer immer fünfffingerige Frauen heirathen, und umgekehrt, so zeigt ihre Nachkommenschaft meistens sehr gemischte Zahlenverhältnisse und schlägt schließlich nach Verlauf einiger Generationen wieder in die normale Fünffzahl zurück. So können z. B. von 8 Kindern eines sechsfingerigen Vaters und einer fünfffingerigen Mutter 2 Kinder an allen Händen und Füßen 6 Finger und 6 Zehen haben, 4 Kinder gemischte Zahlenverhältnisse und 2 Kinder überall die gewöhnliche Fünffzahl. In einer spanischen Familie hatten sämtliche Kinder bis auf das Jüngste an Händen und Füßen die Sechszahl; nur das Jüngste hatte überall fünf Finger und Zehen, und der sechsfingerige Vater des Kindes wollte dieses letzte daher nicht als das seinige anerkennen.

Sehr auffallend zeigt sich ferner die Vererbungskraft in der Bil-

dung und Färbung der menschlichen Haut und Haare. Es ist allbekannt, wie genau in vielen menschlichen Familien eine eigenthümliche Beschaffenheit des Hautsystems, z. B. eine besonders weiche oder spröde Haut, eine besondere Leppigkeit des Haarwuchses, eine besondere Farbe und Größe der Augen u. s. w. viele Generationen hindurch forterbt. Ebenso werden besondere locale Auswüchse und Flecke der Haut, sogenannte Muttermale, Leberflecke und andere Pigmentanhäufungen, die an bestimmten Stellen vorkommen, gar nicht selten mehrere Generationen hindurch so genau vererbt, daß sie bei den Nachkommen an denselben Stellen sich zeigen, an denen sie bei den Eltern vorhanden waren. Besonders berühmt geworden sind die Stachelschweinmenschcn aus der Familie Lambert, welche im vorigen Jahrhundert in London lebte. Edward Lambert, der 1717 geboren wurde, zeichnete sich durch eine ganz ungewöhnliche und monströse Bildung der Haut aus. Der ganze Körper war mit einer zollthicken hornartigen Kruste bedeckt, welche sich in Form zahlreicher stachelförmiger und schuppenförmiger Fortsätze (bis über einen Zoll lang) erhob. Diese monströse Bildung der Oberhaut oder Epidermis vererbte Lambert auf seine Söhne und Enkel, aber nicht auf die Enkelinnen. Die Uebertragung blieb also hier in der männlichen Linie, wie es auch sonst oft der Fall ist. Ebenso vererbt sich übermäßige Fettentwicklung an gewissen Körperstellen oft nur innerhalb der weiblichen Linie. Wie genau sich die charakteristische Gesichtsbildung erblich überträgt, braucht wohl kaum erinnert zu werden; bald bleibt dieselbe innerhalb der männlichen, bald innerhalb der weiblichen Linie; bald vermischt sie sich in beiden Linien.

Sehr lehrreich und allbekannt sind ferner die Vererbungserrscheinungen pathologischer Zustände, besonders der menschlichen Krankheitsformen. Es sind insbesondere bekanntlich Krankheiten der Athmungsorgane, der Drüsen und des Nervensystems, welche sich sehr leicht erblich übertragen. Sehr häufig tritt plötzlich in einer sonst gesunden Familie eine derselben bisher unbekannte Erkrankung auf; sie wird erworben durch äußere Ursachen, durch krankmachende Lebensbedin-

gungen. Diese Krankheit, welche bei einem einzelnen Individuum durch äußere Ursachen bewirkt wurde, pflanzt sich von letzterem auf seine Nachkommen fort, und diese haben nun alle oder zum Theil an derselben Krankheit zu leiden. Bei Lungenkrankheiten, z. B. Schwindsucht, ist das traurige Verhältniß der Erblichkeit allbekannt, ebenso bei Leberkrankheiten, bei Syphilis, bei Geisteskrankheiten. Diese letzteren sind von ganz besonderem Interesse. Ebenso wie besondere Characterzüge des Menschen, Stolz, Ehrgeiz, Leichtsinu u. s. w. streng durch die Vererbung auf die Nachkommenschaft übertragen werden, so gilt das auch von den besonderen, abnormen Aeußerungen der Seelenthätigkeit, welche man als fixe Ideen, Schwermuth, Blödsinn und überhaupt als Geisteskrankheiten bezeichnet. Es zeigt sich hier deutlich und unwiderleglich, daß die Seele des Menschen, ebenso wie die Seele der Thiere, eine rein mechanische Thätigkeit, eine Summe von molecularen Bewegungserscheinungen der Gehirntheilchen ist, und daß sie mit ihrem Substrate, ebenso wie jede andere Körpereigenschaft, durch die Fortpflanzung materiell übertragen, d. h. vererbt wird.

Diese äußerst wichtige und unleugbare Thatsache erregt, wenn man sie ausspricht, gewöhnlich großes Aergerniß, und doch wird sie eigentlich stillschweigend allgemein anerkannt. Denn worauf beruhen die Vorstellungen von der „Erbfünde“, der „Erbweisheit“, dem „Erbadel“ u. s. w. anders, als auf der Ueberzeugung, daß die menschliche Geistesbeschaffenheit durch die Fortpflanzung — also durch einen rein materiellen Vorgang! — körperlich von den Eltern auf die Nachkommen übertragen wird? — Die Anerkennung dieser großen Bedeutung der Erblichkeit äußert sich in einer Menge von menschlichen Einrichtungen, wie z. B. in der Kasteneintheilung vieler Völker in Kriegerkassen, Priesterkassen, Arbeiterkassen u. s. w. Offenbar beruht ursprünglich die Einrichtung solcher Kassen auf der Vorstellung von der hohen Wichtigkeit erblicher Vorzüge, welche gewissen Familien beizwohnten, und von denen man voraussetzte, daß sie immer wieder von den Eltern auf die Nachkommen übertragen werden

würden. Die Einrichtung des erblichen Adels und der erblichen Monarchie ist auf die Vorstellung einer solchen Vererbung besonderer Tugenden zurückzuführen. Allerdings sind es leider nicht nur die Tugenden, sondern auch die Laster, welche durch Vererbung übertragen und gehäuft werden, und wenn Sie in der Weltgeschichte die verschiedenen Individuen der einzelnen Dynastien vergleichen, so werden Sie zwar überall eine große Anzahl von Beweisen für die Erblichkeit auffinden können, aber weniger für die Erblichkeit der Tugenden, als der entgegengesetzten Eigenschaften. Denken Sie z. B. nur an die römischen Kaiser, an die Julier und die Claudier, oder an die Bourbonen in Frankreich, Spanien und Italien!

In der That dürfte kaum irgendwo eine solche Fülle von schlagenden Beispielen für die merkwürdige Vererbung der feinsten körperlichen und geistigen Züge gefunden werden, als in der Geschichte der regierenden Häuser in den erblichen Monarchien. Ganz besonders gilt dies mit Bezug auf die vorher erwähnten Geisteskrankheiten. Gerade in regierenden Familien sind Geisteskrankheiten in ungewöhnlichem Maße erblich. Schon der berühmte Irrenarzt Esquirol wies nach, daß die Zahl der Geisteskranken in den regierenden Häusern zu ihrer Anzahl in der gewöhnlichen Bevölkerung sich verhält, wie 60 zu 1, d. h. daß Geisteskrankheit in den bevorzugten Familien der regierenden Häuser sechzig mal so häufig vorkommt, als in der gewöhnlichen Menschheit. Würde eine gleiche genaue Statistik auch für den erblichen Adel durchgeführt, so dürfte sich leicht herausstellen, daß auch dieser ein ungleich größeres Contingent von Geisteskranken stellt, als die gemeine, nichtadelige Menschheit. Diese Erscheinung wird uns kaum mehr wundern, wenn wir bedenken, welchen Nachtheil sich diese privilegierten Rasten selbst durch ihre unnatürliche einseitige Erziehung und durch ihre künstliche Absperrung von der übrigen Menschheit zufügen. Es werden dadurch manche dunkle Schattenseiten der menschlichen Natur besonders entwickelt, gleichsam künstlich gezüchtet, und pflanzen sich nun nach den Verer-

bungsgesetzen mit immer verstärkter Kraft und Einseitigkeit durch die Reihe der Generationen fort.

Wie sich in der Generationsfolge mancher Dynastien, z. B. der sächsisch-thüringischen Fürsten, der Medicäer, die edle Vorliebe für die vollkommensten menschlichen Leistungen, für Wissenschaft und Kunst, durch viele Generationen erblich überträgt und erhält, wie dagegen in vielen anderen Dynastien Jahrhunderte hindurch eine besondere Neigung für das Kriegshandwerk, für Unterdrückung der menschlichen Freiheit und für andere rohe Gewaltthätigkeiten vererbt wird, ist aus der Völkergeschichte Ihnen hinreichend bekannt. Ebenso vererben sich in manchen Familien viele Generationen hindurch ganz bestimmte Fähigkeiten für einzelne Geistesthätigkeiten, z. B. Mathematik, Dichtkunst, Tonkunst, bildende Kunst, Naturforschung, Philosophie u. s. w. In der Familie Bach hat es nicht weniger als zweiundzwanzig hervorragende musikalische Talente gegeben. Natürlich beruht die Vererbung solcher Geistes-eigenthümlichkeiten, wie die Vererbung der Geistes-eigenschaften überhaupt, auf dem materiellen Vorgang der Zeugung. Auch hier ist die Lebenserscheinung, die Kraftäußerung unmittelbar (wie überall in der Natur) verbunden mit bestimmten Mischungsverhältnissen des Stoffes. Die Mischung und Molekularbewegung des Stoffes ist es, welche bei der Zeugung übertragen wird.

Bevor wir nun die verschiedenen und zum Theil sehr interessanten und bedeutenden Gesetze der Vererbung näher untersuchen, wollen wir über die eigentliche Natur dieses Vorganges uns verständigen. Man pflegt vielfach die Erblichkeitsercheinungen als etwas ganz Räthselhaftes anzusehen, als eigenthümliche Vorgänge, welche durch die Naturwissenschaft nicht ergründet, in ihren Ursachen und eigentlichem Wesen nicht erfasst werden könnten. Man pflegt gerade hier sehr allgemein übernatürliche Einwirkungen anzunehmen. Es läßt sich aber schon jetzt, bei dem heutigen Zustande der Physiologie, mit vollkommener Sicherheit nachweisen, daß alle Erblichkeitsercheinungen durchaus natürliche Vorgänge sind, daß sie durch mechanische Ursa-

chen bewirkt werden, und daß sie auf materiellen Bewegungserscheinungen im Körper der Organismen beruhen, welche wir als Theilerscheinungen der Fortpflanzung betrachten können. Alle Erblichkeitserscheinungen und Vererbungsgesetze lassen sich auf die materiellen Vorgänge der Fortpflanzung zurückführen.

Jeder einzelne Organismus, jedes lebendige Individuum verdankt sein Dasein entweder einem Acte der elternlosen Zeugung oder Urzeugung (*Generatio spontanea*, *Archigonia*), oder einem Acte der elterlichen Zeugung oder Fortpflanzung (*Generatio parentalis*, *Tocogonia*). Auf die Urzeugung oder Archigonie werden wir in einem späteren Vortrage zurückkommen. Jetzt haben wir uns nur mit der Fortpflanzung oder Tocogonie zu beschäftigen, deren nähere Betrachtung für das Verständniß der Vererbung von der größten Wichtigkeit ist. Die Meisten von Ihnen werden von den Fortpflanzungserscheinungen wahrscheinlich nur diejenigen kennen, welche Sie allgemein bei den höheren Pflanzen und Thieren beobachten, die Vorgänge der geschlechtlichen Fortpflanzung oder der Amphigonie. Viel weniger allgemein bekannt sind die Vorgänge der ungeschlechtlichen Fortpflanzung oder der Monogonie. Gerade diese sind aber bei weitem mehr als die vorhergehenden geeignet, ein erklärendes Licht auf die Natur der mit der Fortpflanzung zusammenhängenden Vererbung zu werfen.

Aus diesem Grunde ersuche ich Sie, jetzt zunächst bloß die Erscheinungen der ungeschlechtlichen oder monogonen Fortpflanzung (*Monogonia*) in das Auge zu fassen. Diese tritt in mannichfach verschiedener Form auf, als Selbsttheilung, Knospenbildung und Keimzellen- oder Sporenbildung (*Gen. Morph. II.*, 36—58). Am lehrreichsten ist es hier, zunächst die Fortpflanzung bei den einfachsten Organismen zu betrachten, welche wir kennen, und auf welche wir später bei der Frage von der Urzeugung zurückkommen müssen. Diese allereinfachsten uns bis jetzt bekannten, und zugleich die denkbar einfachsten Organismen sind die wasserbewohnenden Moneren: sehr kleine lebendige Körperchen, welche eigentlich

streng genommen den Namen des Organismus gar nicht verdienen. Denn die Bezeichnung „Organismus“ für die lebenden Wesen beruht auf der Vorstellung, daß jeder belebte Naturkörper aus Organen zusammengesetzt ist, aus verschiedenartigen Theilen, die als Werkzeuge, ähnlich den verschiedenen Theilen einer künstlichen Maschine, in einander greifen und zusammenwirken, um die Thätigkeit des Ganzen hervorzubringen. Nun haben wir aber in den Moneren während der letzten Jahre Organismen kennen gelernt, welche in der That nicht aus Organen zusammengesetzt sind, sondern ganz und gar aus einer structurlosen, einfachen, gleichartigen Materie bestehen. Der ganze Körper dieser Moneren ist zeitlebens weiter Nichts, als ein formloses bewegliches Schleimklümpchen, das aus einer eitweißartigen Kohlenstoffverbindung besteht. Einfachere, unvollkommnere Organismen sind gar nicht denkbar¹⁵⁾.

Die ersten vollständigen Beobachtungen über die Naturgeschichte eines Moneres (*Protogenes primordialis*) habe ich 1864 bei Nizza angestellt. Andere sehr merkwürdige Moneren habe ich später (1866) auf der canarischen Insel Lanzarote und (1867) an der Meerenge von Gibraltar beobachtet. Die vollständige Lebensgeschichte eines dieser canarischen Moneren, der orangerothten *Protomyxa aurantiaca*, ist auf dem Titelbilde dargestellt und in dessen Erklärung beschrieben (im Anhang, S. 663). Auch in der Nordsee, an der norwegischen Küste bei Bergen habe ich (1869) einige eigenthümliche Moneren aufgefunden. Ein interessantes Moner des süßen Wassers hat Cienkowski (1865) unter dem Namen *Vampyrella* beschrieben. Das merkwürdigste aber vielleicht von allen Moneren hat (1868) der berühmte englische Zoolog Huxley entdeckt und *Bathybius Haeckelii* genannt. „*Bathybius*“ heißt: In der Tiefe lebend. Dieser wunderbare Organismus lebt nämlich in den ungeheuren Abgründen des Meeres, welche uns im letzten Jahrzehnt durch die mühevollen Untersuchungen der Engländer bekannt geworden sind, und welche über 12,000, ja an manchen Stellen über 24,000 Fuß Tiefe erreichen. Hier findet sich zwischen den zahlreichen *Polythala-*

mien und Radiolarien, die den feinen freideartigen Schlamm dieser Abgründe bevölkern, auch massenhaft der Bathybius vor, theils in Gestalt rundlicher oder formloser Schleimklumpen, theils in Form von maschigen Schleimnetzen, welche Steintrümmer und andere Gegenstände überziehen. Oft sind kleine Kalk-Körperchen (Diskolithen, Cyatholithen u.) in diese schleimigen Gallertmassen eingebettet, wahrscheinlich Ausscheidungsproducte der letzteren. Der ganze Körper des merkwürdigen Bathybius besteht, gleich dem der anderen Moneren, einzig und allein aus structurlosem Plasma oder Protoplasma, d. h. aus derselben eiweißartigen Kohlenstoff-Verbindung, welche in unendlich vielen Modifikationen als der wesentlichste und nie fehlende Träger der Lebenserscheinungen in allen Organismen sich findet. Eine ausführliche Beschreibung und Abbildung des Bathybius und der übrigen Moneren habe ich 1870 in meiner „Monographie der Moneren“ gegeben, aus der auch das Titelblatt copirt ist¹⁵⁾.

Im Ruhezustande erscheinen die meisten Moneren als kleine Schleimkugeln, für das unbewaffnete Auge nicht sichtbar oder eben sichtbar, höchstens von der Größe eines Stednadelkopfes. Wenn das Moner sich bewegt, bilden sich an der Oberfläche der kleinen Schleinkugel formlose fingerartige Fortsätze oder sehr feine strahlende Fäden, sogenannte Scheinfüße oder Pseudopodien. Diese Scheinfüße sind einfache, unmittelbare Fortsetzungen der structurlosen eiweißartigen Masse, aus der der ganze Körper besteht. Wir sind nicht im Stande, verschiedenartige Theile in demselben wahrzunehmen, und wir können den directen Beweis für die absolute Einfachheit der festflüssigen Eiweißmasse dadurch führen, daß wir die Nahrungsaufnahme der Moneren unter dem Mikroskop verfolgen. Wenn kleine Körperchen, die zur Ernährung derselben tauglich sind, z. B. kleine Theilchen von zerstörten organischen Körpern, oder mikroskopische Pflänzchen und Infusionsthierchen, zufällig in Berührung mit den Moneren kommen, so bleiben sie an der klebrigen Oberfläche des festflüssigen Schleimklumpchens hängen, erzeugen hier einen Reiz,

welcher stärkeren Zufluß der schleimigen Körpermasse zur Folge hat, und werden endlich ganz von dieser umschlossen; oder sie werden durch Verschiebungen der einzelnen Eiweißtheilchen des Monerenkörpers in diesen hineingezogen und dort verdaut, durch einfache Diffusion (Endosmose) ausgefogen.

Ebenso einfach wie die Ernährung, ist die Fortpflanzung dieser Urwesen, die man eigentlich weder Thiere noch Pflanzen nennen kann. Alle Moneren pflanzen sich nur auf dem ungeschlechtlichen Wege fort, durch Monogonie; und zwar im einfachsten Falle durch diejenige Art der Monogonie, welche wir an die Spitze der verschiedenen Fortpflanzungsformen stellen, durch Selbstheilung. Wenn ein solches Klümpchen, z. B. eine Protamoeba oder ein Protozoon, eine gewisse Größe durch Aufnahme fremder Eiweißmaterie erhalten hat, so zerfällt es in zwei Stücke; es bildet sich eine Einschnürung, welche ringförmig herumgeht, und schließlich zur Trennung der beiden Hälften führt. (Vergl. Fig. 1.) Jede Hälfte rundet sich

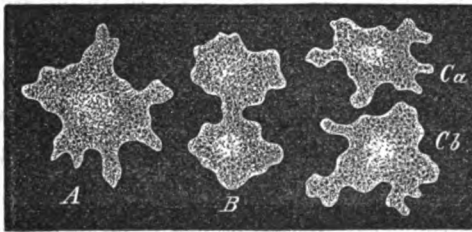


Fig. 1. Fortpflanzung eines einfachsten Organismus, eines Moneres, durch Selbstheilung. *A.* Das ganze Moner, eine Protamoeba. *B.* Dieselbe zerfällt durch eine mittlere Einschnürung in zwei Hälften. *C.* Jede der beiden Hälften hat sich von der andern getrennt und stellt nun ein selbstständiges Individuum dar.

alsbald ab und erscheint nun als ein selbstständiges Individuum, welches das einfache Spiel der Lebenserscheinungen, Ernährung und Fortpflanzung, von Neuem beginnt. Bei anderen Moneren (*Vampyrella*) zerfällt der Körper bei der Fortpflanzung nicht in zwei, sondern in vier gleiche Stücke, und bei noch anderen (*Protomonas*, *Protomyxa*, *Myxastrum*) sogleich in eine große Anzahl von kleinen

Schleimkügelchen, deren jedes durch einfaches Wachsthum dem elterlichen Körper wieder gleich wird. Es zeigt sich hier deutlich, daß der Vorgang der Fortpflanzung weiter Nichts ist, als ein Wachsthum des Organismus über sein individuelles Maaß hinaus.

Die einfache Fortpflanzungsweise der Moneren durch Selbsttheilung ist eigentlich die allgemeinste und weitest verbreitete von allen verschiedenen Fortpflanzungsarten; denn durch denselben einfachen Prozeß der Theilung pflanzen sich auch die Zellen fort, diejenigen einfachen organischen Individuen, welche in sehr großer Zahl den Körper der allermeisten Organismen, den menschlichen Körper nicht ausgenommen, zusammensetzen. Abgesehen von den Organismen niedersten Ranges, welche noch nicht einmal den Formwerth einer Zelle haben (Moneren), oder zeitweilig eine einfache Zelle darstellen (viele Protisten und einzellige Pflanzen) ist der Körper jedes organischen Individuums aus einer großen Anzahl von Zellen zusammengesetzt. Jede organische Zelle ist bis zu einem gewissen Grade ein selbstständiger Organismus, ein sogenannter „Elementarorganismus“ oder ein „Individuum erster Ordnung“. Jeder höhere Organismus ist gewissermaßen eine Gesellschaft oder ein Staat von solchen vielgestaltigen, durch Arbeitstheilung mannichfaltig ausgebildeten Elementarindividuen³⁹). Ursprünglich ist jede organische Zelle auch nur ein einfaches Schleimklümpchen, gleich einem Moner, jedoch von diesem dadurch verschieden, daß die gleichartige Eiweißmasse in zwei verschiedene Bestandtheile sich gesondert hat: ein inneres, festeres Eiweißkörperchen, den Zellkern (Nucleus), und einen äußeren, weicheren Eiweißkörper, den Zellstoff (Protoplasma). Außerdem bilden, viele Zellen späterhin noch einen dritten (jedoch häufig fehlenden) Formbestandtheil, indem sie sich einkapseln, eine äußere Hülle oder Zellhaut (Membrana) ausschwingen. Alle übrigen Formbestandtheile, die sonst noch an den Zellen vorkommen, sind von untergeordneter Bedeutung und interessieren uns hier weiter nicht.

Ursprünglich ist auch jeder mehrzellige Organismus eine einfache Zelle, und er wird dadurch mehrzellig, daß jene Zelle sich durch Theilung fortpflanzt, und daß die so entstehenden neuen Zellenindividuen beisammen bleiben und durch Arbeitstheilung eine Gemeinde oder einen Staat bilden. Die Formen und Lebenserscheinungen aller mehrzelligen Organismen sind lediglich die Wirkung oder der Ausdruck der gesammten Formen und Lebenserscheinungen aller einzelnen sie zusammensetzenden Zellen. Das Ei, aus welchem sich die meisten Thiere und Pflanzen entwickeln, ist eine einfache Zelle.

Die einzelligen Organismen, d. h. diejenigen, welche zeitlebens den Formwerth einer einzigen Zelle beibehalten, z. B. die Amoeben (Fig. 2), pflanzen sich in der Regel auf die einfachste Weise

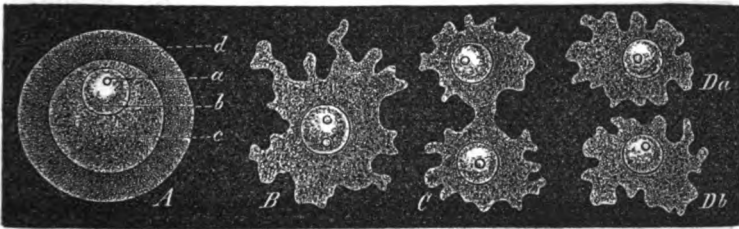


Fig. 2. Fortpflanzung eines einzelligen Organismus, einer Amoeba sphaerococcus, durch Selbsttheilung. *A.* die eingekapselte Amoeba, eine einfache kugelige Zelle, bestehend aus einem Protoplasmaklumpen (*c*), welcher einen Kern (*b*) und ein Kernkörperchen (*a*) einschließt, und von einer Zellhaut oder Kapsel umgeben ist. *B.* Die freie Amoeba, welche die Hülle oder Zellhaut gesprengt und verlassen hat. *C.* Dieselbe beginnt sich zu theilen, indem ihr Kern in zwei Kerne zerfällt und der Zellstoff zwischen beiden sich einschnürt. *D.* Die Theilung ist vollendet, indem auch der Zellstoff vollständig in zwei Hälften zerfallen ist (*Da* und *Db*).

durch Theilung fort. Dieser Prozeß unterscheidet sich von der vorher bei den Moneren beschriebenen Selbsttheilung nur dadurch, daß zunächst der festere Zellkern (Nucleus) durch Einschnürung in zwei Hälften zerfällt. Die beiden jungen Kerne entfernen sich von einander und wirken nun wie zwei verschiedene Anziehungsmittelpunkte auf die umgebende weichere Eiweißmasse, den Zellstoff (Protoplasma). Dadurch zerfällt schließlich auch dieser in zwei Hälften, und es sind nun zwei neue Zellen vorhanden, welche der Mutterzelle gleich sind.

War die Zelle von einer Membran umgeben, so theilt sich diese entweder nicht, wie bei der Eifurchung (Fig. 3, 4), oder sie folgt passiv der activen Einschnürung des Protoplasma, oder es wird von jeder jungen Zelle eine neue Haut ausgeschwitzt.

Ganz ebenso wie die selbstständigen einzelligen Organismen, z. B. Amosba (Fig. 2) pflanzen sich nun auch die unselfständigen Zellen fort, welche in Gemeinden oder Staaten vereinigt bleiben und so den Körper der höheren Organismen zusammensetzen. Ebenso vermehrt sich auch durch einfache Theilung die Zelle, mit welcher die meisten Thiere und Pflanzen ihre individuelle Existenz beginnen, nämlich das Ei. Wenn sich aus einem Ei ein Thier, z. B. ein Säugethier (Fig. 3, 4) entwickelt, so beginnt dieser Entwicklungs-

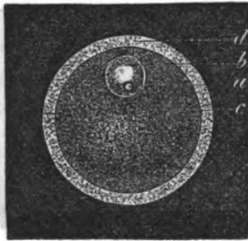


Fig. 3. Ei eines Säugethieres (eine einfache Zelle). a Kernkörperchen oder Nucleolus (sogenannter Keimfleck des Eies); b Kern oder Nucleus (sogenanntes Keimbläschen des Eies); c Zellstoff oder Protoplasma (sogenannter Dotter des Eies); d Zellhaut oder Membrana (Dotterhaut) des Eies, beim Säugethier wegen ihrer Durchsichtigkeit Membrana pellucida genannt.

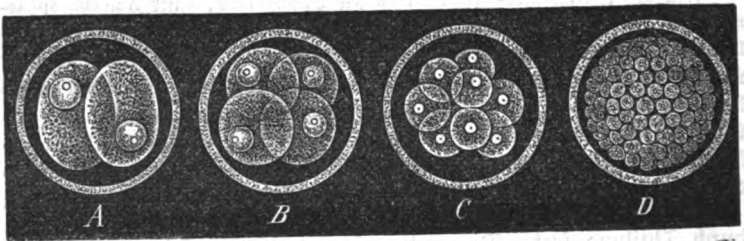


Fig. 4. Erster Beginn der Entwicklung des Säugethiereies, sogenannte „Eifurchung“ (Fortpflanzung der Eizelle durch wiederholte Selbsttheilung). Fig. 4A. Das Ei zerfällt durch Bildung der ersten Furche in zwei Zellen. Fig. 4B. Diese zerfallen durch Halbierung in 4 Zellen. Fig. 4C. Diese letzteren sind in 8 Zellen zerfallen. Fig. 4D. Durch fortgesetzte Theilung ist ein kugelförmiger Haufen von zahlreichen Zellen entstanden.

prozeß stets damit, daß die einfache Eizelle (Fig. 3) durch fortgesetzte Selbsttheilung einen Zellenhaufen bildet (Fig. 4). Die äußere Hülle oder Zellhaut des kugelförmigen Eies bleibt ungetheilt. Zuerst zerfällt

der Zellkern des Eies (das sogenannte Keimbläschen) durch Selbsttheilung in zwei Kerne, dann folgt der Zellstoff (der Dotter des Eies) nach (Fig. 4A). In gleicher Weise zerfallen durch die fortgesetzte Selbsttheilung die zwei Zellen in vier (Fig. 4B), diese in acht (Fig. 4C), in sechzehn, zweiunddreißig u. s. w., und es entsteht schließlich ein kugeliger Haufe von sehr zahlreichen kleinen Zellen (Fig. 4D). Diese bauen nun durch weitere Vermehrung und ungleichartige Ausbildung (Arbeitstheilung) allmählich den zusammengesetzten mehrzelligen Organismus auf. Jeder von uns hat im Beginne seiner individuellen Entwicklung denselben, in Fig. 4 dargestellten Prozeß durchgemacht. Das in Fig. 3 abgebildete Säugethierei und die in Fig. 4 dargestellte Entwicklung desselben könnte eben so gut vom Menschen, als vom Affen, vom Hunde, vom Pferde oder irgend einem anderen placentalen Säugethier herrühren.

Wenn Sie nun zunächst nur diese einfachste Form der Fortpflanzung, die Selbsttheilung betrachten, so werden Sie es gewiß nicht wunderbar finden, daß die Theilproducte des ursprünglichen Organismus dieselben Eigenschaften besitzen, wie das elterliche Individuum. Sie sind ja Theilhälften des elterlichen Organismus, und da die Materie, der Stoff in beiden Hälften derselbe ist, da die beiden jungen Individuen gleich viel und gleich beschaffene Materie von dem elterlichen Individuum überkommen haben, so finden Sie es gewiß natürlich, daß auch die Lebenserscheinungen, die physiologischen Eigenschaften in den beiden Kindern dieselben sind. In der That sind in jeder Beziehung, sowohl hinsichtlich ihrer Form und ihres Stoffes, als hinsichtlich ihrer Lebenserscheinungen, die beiden Tochterzellen nicht von einander und von der Mutterzelle zu unterscheiden. Sie haben von ihr die gleiche Natur geerbt.

Nun findet sich aber dieselbe einfache Fortpflanzung durch Theilung nicht bloß bei den einfachen Zellen, sondern auch bei höher stehenden mehrzelligen Organismen, z. B. bei den Korallenthieren. Viele derselben, welche schon einen höheren Grad von Zusammensetzung und Organisation zeigen, pflanzen sich dennoch einfach durch Thei-

lung fort. Hier zerfällt der ganze Organismus mit allen seinen Organen in zwei gleiche Hälften, sobald er durch Wachsthum ein gewisses Maß der Größe erreicht hat. Jede Hälfte ergänzt sich alsbald wieder durch Wachsthum zu einem vollständigen Individuum. Auch hier finden Sie es gewiß selbstverständlich, daß die beiden Theilproducte die Eigenschaften des elterlichen Organismus theilen, da sie ja selbst Substanzhälften desselben sind.

An die Fortpflanzung durch Theilung schließt sich zunächst die Fortpflanzung durch Knospenbildung an. Diese Art der Monogonie ist außerordentlich weit verbreitet. Sie findet sich sowohl bei den einfachen Zellen (obwohl seltener), als auch bei den aus vielen Zellen zusammengesetzten höheren Organismen. Ganz allgemein verbreitet ist die Knospenbildung im Pflanzenreich, seltener im Thierreich. Jedoch kommt sie auch hier in dem Stamme der Pflanzenthiere, insbesondere bei den Korallen und bei einem großen Theile der Hydromedusen sehr häufig vor, ferner auch bei einem Theile der Würmer (Plattwürmern, Ringelwürmern, Moosthieren und Mantelthieren). Die meisten verzweigten Thierstöcke, welche auch äußerlich den verzweigten Pflanzenstöcken so ähnlich sind, entstehen gleich diesen durch Knospenbildung.

Die Fortpflanzung durch Knospenbildung (Gemmatio) unterscheidet sich von der Fortpflanzung durch Theilung wesentlich dadurch, daß die beiden durch Knospung neu erzeugten Organismen nicht von gleichem Alter, und daher anfänglich auch nicht von gleichem Werthe sind, wie es bei der Theilung der Fall ist. Bei der letzteren können wir offenbar keines der beiden neu erzeugten Individuen als das elterliche, als das erzeugende ansehen, weil beide ja gleichen Antheil an der Zusammensetzung des ursprünglichen, elterlichen Individuums haben. Wenn dagegen ein Organismus eine Knospe treibt, so ist die letztere das Kind des ersteren. Beide Individuen sind von ungleichem Alter und daher zunächst auch von ungleicher Größe und ungleichem Formwerth. Wenn z. B. eine Zelle durch Knospenbildung sich fortpflanzt, so sehen wir nicht, daß

die Zelle in zwei gleiche Hälften zerfällt, sondern es bildet sich an einer Stelle eine Hervorragung, welche größer und größer wird, und welche sich mehr oder weniger von der elterlichen Zelle absondert und nun selbstständig wächst. Ebenso bemerken wir bei der Knospenbildung einer Pflanze oder eines Thieres, daß an einer Stelle des ausgebildeten Individuums eine kleine locale Wucherung entsteht, welche größer und größer wird, und ebenfalls durch selbstständiges Wachstum sich mehr oder weniger von dem elterlichen Organismus absondert. Die Knospe kann später, nachdem sie eine gewisse Größe erlangt hat, entweder vollkommen von dem Elternindividuum sich ablösen, oder sie kann mit diesem im Zusammenhang bleiben und einen Stock bilden, dabei aber doch ganz selbstständig weiter leben. Während das Wachstum, welches die Fortpflanzung einleitet, bei der Theilung ein totales ist und den ganzen Körper betrifft, ist dasselbe dagegen bei der Knospenbildung ein partielles und betrifft nur einen Theil des elterlichen Organismus. Aber auch hier behält die Knospe, das neu erzeugte Individuum, welches mit dem elterlichen Organismus so lange im unmittelbarsten Zusammenhang steht und aus diesem hervorgeht, dessen wesentliche Eigenschaften und ursprüngliche Bildungsrichtung bei.

An die Knospenbildung schließt sich unmittelbar eine dritte Art der ungeschlechtlichen Fortpflanzung an, diejenige durch Keimknospenbildung (Polysporogonia). Bei niederen, unvollkommenen Organismen, unter den Thieren insbesondere bei den Pflanzenthieren und Würmern, finden Sie sehr häufig, daß im Innern eines aus vielen Zellen zusammengesetzten Individuums eine kleine Zellengruppe von den umgebenden Zellen sich absondert, und daß diese kleine isolirte Zellengruppe allmählich zu einem Individuum heranwächst, welches dem elterlichen ähnlich wird, und früher oder später aus diesem heraustritt. So entstehen z. B. im Körper der Saugwürmer (Trematoden) oft zahlreiche, aus vielen Zellen zusammengesetzte Körperchen, Keimknospen oder Polysporen, welche sich schon frühzeitig ganz von dem Elternkörper absondern und diesen

verlassen, nachdem sie einen gewissen Grad selbstständiger Ausbildung erreicht haben.

Offenbar ist die Keimknospenbildung von der echten Knospenbildung nur wenig verschieden. Andererseits aber berührt sie sich mit einer vierten Form der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, welche beinahe schon zur geschlechtlichen Zeugung hinüberführt, nämlich mit der Keimzellenbildung (Monosporogonia), welche auch oft schlechtweg die Sporenbildung (Sporogonia) genannt wird. Hier ist es nicht mehr eine Zellengruppe, sondern eine einzelne Zelle, welche sich im Innern des zeugenden Organismus von den umgebenden Zellen absondert, und sich erst weiter entwickelt, nachdem sie aus jenem ausgetreten ist. Nachdem diese Keimzelle oder Monospore (gewöhnlich kurzweg Spore genannt) das Elternindividuum verlassen hat, vermehrt sie sich durch Theilung und bildet so einen vielzelligen Organismus, welcher durch Wachstum und allmähliche Ausbildung die erblichen Eigenschaften des elterlichen Organismus erlangt. So geschieht es sehr allgemein bei den niederen Pflanzen (Kryptogamen).

Obwohl die Keimzellenbildung der Keimknospenbildung sehr nahe steht, entfernt sie sich doch offenbar von dieser, wie von den vorher angeführten anderen Formen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung sehr wesentlich dadurch, daß nur ein ganz kleiner Theil des zeugenden Organismus die Fortpflanzung und somit auch die Vererbung vermittelt. Bei der Selbsttheilung, wo der ganze Organismus in zwei Hälften zerfällt, bei der Knospenbildung, wo ein ansehnlicher und bereits mehr oder minder entwickelter Körpertheil von dem zeugenden Individuum sich absondert, finden wir es sehr begreiflich, daß Formen und Lebenserscheinungen in dem zeugenden und dem erzeugten Organismus dieselben sind. Viel schwieriger ist es schon bei der Keimknospenbildung, und noch schwerer bei der Keimzellenbildung zu begreifen, wie dieser ganz kleine, ganz unentwickelte Körpertheil, diese Zellengruppe oder einzelne Zelle nicht bloß gewisse elterliche Eigenschaften unmittelbar mit in ihre selbstständige

Existenz hinübernimmt, sondern auch nach ihrer Trennung vom elterlichen Individuum sich zu einem vielzelligen Körper entwickelt, und in diesem die Formen und die Lebenserscheinungen des ursprünglichen, zeugenden Organismus wieder zu Tage treten läßt. Diese letzte Form der monogonen Fortpflanzung, die Keimzellen- oder Sporenbildung, führt uns hierdurch bereits unmittelbar zu der am schwierigsten zu erklärenden Form der Fortpflanzung, zur geschlechtlichen Zeugung, hinüber.

Die geschlechtliche (amphigone oder sexuelle) Zeugung (Amphigonia) ist die gewöhnliche Fortpflanzungsart bei allen höheren Thieren und Pflanzen. Offenbar hat sich dieselbe erst sehr spät im Verlaufe der Erdgeschichte aus der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, und zwar zunächst aus der Keimzellenbildung entwickelt. In den frühesten Perioden der organischen Erdgeschichte pflanzten sich alle Organismen nur auf ungeschlechtlichem Wege fort, wie es gegenwärtig noch zahlreiche niedrigere Organismen thun, insbesondere alle diejenigen, welche auf der niedrigsten Stufe der Organisation stehen, welche man weder als Thiere noch als Pflanzen mit vollem Rechte betrachten kann, und welche man daher am besten als Urwesen oder Protisten aus dem Thier- und Pflanzenreich ausscheldet. Allein bei den höheren Thieren und Pflanzen erfolgt gegenwärtig die Vermehrung der Individuen in der Regel größtentheils durch geschlechtliche Fortpflanzung.

Während bei allen vorhin erwähnten Hauptformen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, bei der Theilung, Knospenbildung, Keimknospenbildung und Keimzellenbildung, die abge sonderte Zelle oder Zellengruppe für sich allein im Stande war, sich zu einem neuen Individuum auszubilden, so muß dieselbe dagegen bei der geschlechtlichen Fortpflanzung erst durch einen anderen Zeugungsstoff befruchtet werden. Der befruchtende männliche Samen muß sich erst mit der weiblichen Keimzelle, dem Ei, vermischen, ehe sich dieses zu einem neuen Individuum entwickeln kann. Diese beiden verschiedenen Zeugungsstoffe, der männliche Samen und das weibliche Ei,

werden entweder von einem und demselben Individuum erzeugt (Zwitterbildung, Hermaphroditismus) oder von zwei verschiedenen Individuen (Geschlechtstrennung, Gonochorismus) (Gen. Morph. II, 58—59).

Die einfachere und ältere Form der geschlechtlichen Fortpflanzung ist die Zwitterbildung (Hermaphroditismus). Sie findet sich bei der großen Mehrzahl der Pflanzen, aber nur bei einer großen Minderzahl der Thiere, z. B. bei den Gartenschnecken, Blutegeln, Regenwürmern und vielen andern Würmern. Jedes einzelne Individuum erzeugt als Zwitter (Hermaphroditus) in sich beiderlei Geschlechtsstoffe, Eier und Samen. Bei den meisten höheren Pflanzen enthält jede Blüthe sowohl die männlichen Organe (Staubfäden und Staubbeutel) als die weiblichen Organe (Griffel und Fruchtknoten). Jede Gartenschnecke erzeugt an einer Stelle ihrer Geschlechtsdrüse Eier, an einer andern Samen. Viele Zwitter können sich selbst befruchten; bei andern dagegen ist eine Copulation und gegenseitige Befruchtung zweier Zwitter nothwendig, um die Eier zur Entwicklung zu veranlassen. Dieser letztere Fall ist offenbar schon der Uebergang zur Geschlechtstrennung.

Die Geschlechtstrennung (Gonochorismus), die verwickeltere von beiden Arten der geschlechtlichen Zeugung, hat sich offenbar erst in einer viel späteren Zeit der organischen Erdgeschichte aus der Zwitterbildung entwickelt. Sie ist gegenwärtig die allgemeine Fortpflanzungsart der höheren Thiere, findet sich dagegen nur bei einer geringeren Anzahl von Pflanzen (z. B. manchen Wasserpflanzen: *Hydrocharis*, *Vallisneria*; und Bäumen: Weiden, Pappeln). Jedes organische Individuum als Nichtzwitter (Gonochoristus) erzeugt in sich nur einen von beiden Zeugungsstoffen, entweder männlichen oder weiblichen. Die weiblichen Individuen bilden sowohl bei den Thieren, als bei den Pflanzen Eier oder Eizellen. Die Eier der Pflanzen werden gewöhnlich bei den Blüthenpflanzen (Phanerogamen) „Embryobläschen“, bei den Blüthenlosen (Kryptogamen)

„Befruchtungsfugeln“ genannt. Die männlichen Individuen sondern bei den Thieren den befruchtenden Samen (Sperma) ab, bei den Pflanzen dem Sperma entsprechende Körperchen (Pollenkörner oder Blüthenstaub bei den Phanerogamen, bei den Kryptogamen ein Sperma, welches gleich demjenigen der meisten Thiere aus lebhaft beweglichen, in einer Flüssigkeit schwimmenden Flimmerzellen besteht, den Zoospermien, Spermatozoen oder Spermazellen).

Eine interessante Uebergangsform von der geschlechtlichen Zeugung zu der (dieser nächststehenden) ungeschlechtlichen Keimzellenbildung bietet die sogenannte jungfräuliche Zeugung (Parthenogenesis) dar, welche bei den Insecten in neuerer Zeit, besonders durch Siebold's verdienstvolle Untersuchungen, vielfach nachgewiesen worden ist. Hier werden Keimzellen, die sonst den Eizellen ganz ähnlich erscheinen und ebenso gebildet werden, fähig, zu neuen Individuen sich zu entwickeln, ohne des befruchtenden Samens zu bedürfen. Die merkwürdigsten und lehrreichsten von den verschiedenen parthenogenetischen Erscheinungen bieten uns diejenigen Fälle, in denen dieselben Keimzellen, je nachdem sie befruchtet werden oder nicht, verschiedene Individuen erzeugen. Bei unseren gewöhnlichen Honigbienen entsteht aus den Eiern der Königin ein männliches Individuum (eine Drohne), wenn das Ei nicht befruchtet wird; ein weibliches (eine Königin oder Arbeiterin), wenn das Ei befruchtet wird. Es zeigt sich hier deutlich, daß in der That eine tiefe Kluft zwischen geschlechtlicher und geschlechtsloser Zeugung nicht existirt, daß beide Formen vielmehr unmittelbar zusammenhängen. Uebrigens ist die Parthenogenese der Insecten wohl als Rückschlag der geschlechtlichen Fortpflanzung (welche die Stammeltern der Insecten besaßen) in die frühere ungeschlechtliche Fortpflanzung aufzufassen (Gen. Morph. II., 56). Jedenfalls ist sowohl bei Pflanzen als bei Thieren die geschlechtliche Zeugung, die als ein so wunderbarer Vorgang erscheint, erst in späterer Zeit aus der älteren ungeschlechtlichen Zeugung hervorgegangen. In beiden Fällen ist die Vererbung eine nothwendige Theilerscheinung der Fortpflanzung.

In allen verschiedenen Fällen der Fortpflanzung ist das Wesentliche dieses Vorgangs immer die Ablösung eines Theiles des elterlichen Organismus und die Befähigung desselben zur individuellen, selbstständigen Existenz. In allen Fällen dürfen wir daher von vornherein schon erwarten, daß die kindlichen Individuen, die ja, wie man sich ausdrückt, Fleisch und Bein der Eltern sind, zugleich immer dieselben Lebenserscheinungen und Formeigenschaften erlangen werden, welche die elterlichen Individuen besitzen. Immer ist es nur eine größere oder geringere Quantität von der elterlichen Materie, und zwar von dem eiweißartigen Protoplasma oder Zellstoff, welche auf das kindliche Individuum übergeht. Mit der Materie werden aber auch deren Lebens Eigenschaften, die molekularen Bewegungen des Plasma, übertragen, welche sich dann in ihrer Form äußern. Wenn Sie sich die angeführte Kette von verschiedenen Fortpflanzungsformen in ihrem Zusammenhange vor Augen stellen, so verliert die Vererbung durch geschlechtliche Zeugung sehr Viel von dem Räthselhaften und Wunderbaren, das sie auf den ersten Blick für den Laien besitzt. Es erscheint anfänglich höchst wunderbar, daß bei der geschlechtlichen Fortpflanzung des Menschen, wie aller höheren Thiere, das kleine Ei, eine winzige, für das bloße Auge oft kaum sichtbare Zelle im Stande ist, alle Eigenschaften des mütterlichen Organismus auf den kindlichen zu übertragen; und nicht weniger räthselhaft muß es erscheinen, daß zugleich die wesentlichen Eigenschaften des väterlichen Organismus auf den kindlichen übertragen werden vermittelt des männlichen Sperma, welches die Eizelle befruchtete, vermittelt einer schleimigen Masse, in der seine Geißelzellen, die Zoospermien sich umherbewegen. Sobald Sie aber jene zusammenhängende Stufenleiter der verschiedenen Fortpflanzungsarten vergleichen, bei welcher der kindliche Organismus als überschüssiges Wachstumsproduct des Elternindividuum sich immer mehr von ersterem absondert, und immer frühzeitiger die selbstständige Laufbahn betritt; sobald Sie zugleich erwägen, daß auch das Wachstum und die Ausbildung jedes höheren Organismus bloß auf der

Vermehrung der ihn zusammensetzenden Zellen, auf der einfachen Fortpflanzung durch Theilung beruht, so wird es Ihnen klar, daß alle diese merkwürdigen Vorgänge in eine Reihe gehören.

Das Leben jedes organischen Individuums ist Nichts weiter, als eine zusammenhängende Kette von sehr verwickelten materiellen Bewegungserscheinungen. Diese Bewegungen sind als Veränderungen in der Lage und Zusammensetzung der Molekeln zu denken, der kleinsten (aus Atomen in höchst mannichfaltiger Weise zusammengesetzten) Theilchen der belebten Materie. Die specifisch bestimmte Richtung dieser gleichartigen, anhaltenden, immanenten Lebensbewegung wird in jedem Organismus durch die chemische Mischung des eierweißartigen Zeugungstoffes bedingt, welcher ihm den Ursprung gab. Bei dem Menschen, wie bei den höheren Thieren, welche geschlechtlich sich fortpflanzen, beginnt die individuelle Lebensbewegung in dem Momente, in welchem die Eizelle von den Samenfäden des Sperma befruchtet wird, in welchem beide Zeugungstoffe sich thatsächlich vermischen, und hier wird nun die Richtung der Lebensbewegung durch die specifische, oder richtiger individuelle Beschaffenheit sowohl des Samens als des Eies bestimmt. Ueber die rein mechanische, materielle Natur dieses Vorgangs kann kein Zweifel sein. Aber staunend und bewundernd müssen wir hier vor der unendlichen, für uns unfassbaren Feinheit der eierweißartigen Materie still stehen. Staunen müssen wir über die unleugbare Thatsache, daß die einfache Eizelle der Mutter, der einzige Samenfaden oder die flimmernde Spermazelle des Vaters so genau die moleculare individuelle Lebensbewegung dieser beiden Individuen auf das Kind überträgt, daß nachher die feinsten körperlichen und geistigen Eigenthümlichkeiten der beiden Eltern an diesem wieder erscheinen.

Hier stehen wir vor einer mechanischen Naturerscheinung, von welcher Virchow, der geistvolle Begründer der „Cellularpathologie“, mit vollem Rechte sagt: „Wenn der Naturforscher dem Gebrauche der Geschichtschreiber und Kanzelredner zu folgen liebte, ungeheure und in ihrer Art einzige Erscheinungen mit dem hohlen Ge-

prägnanter schwerer und tönender Worte zu überziehen, so wäre hier der Ort dazu; denn wir sind an eines der großen Mysterien der thierischen Natur getreten, welche die Stellung des Thieres gegenüber der ganzen übrigen Erscheinungswelt enthalten. Die Frage von der Zellenbildung, die Frage von der Erregung anhaltender gleichartiger Bewegung, endlich die Fragen von der Selbstständigkeit des Nervensystems und der Seele — das sind die großen Aufgaben, an denen der Menscheng Geist seine Kraft mißt. Die Beziehung des Mannes und des Weibes zur Eizelle zu erkennen, heißt fast so viel, als alle jene Mysterien lösen. Die Entstehung und Entwicklung der Eizelle im mütterlichen Körper, die Uebertragung körperlicher und geistiger Eigenthümlichkeiten des Vaters durch den Samen auf dieselbe, berühren alle Fragen, welche der Menscheng Geist je über des Menschen Sein aufgeworfen hat.“ Und, fügen wir hinzu, sie lösen diese höchsten Fragen mittelst der Descendenztheorie in rein mechanischem, rein monistischem Sinne!

Daß also auch bei der geschlechtlichen Fortpflanzung des Menschen und aller höheren Organismen die Vererbung, ein rein mechanischer Vorgang, unmittelbar durch den materiellen Zusammenhang des zeugenden und des gezeugten Organismus bedingt ist, ebenso wie bei der einfachsten ungeschlechtlichen Fortpflanzung der niederen Organismen, darüber kann kein Zweifel mehr sein. Doch will ich Sie bei dieser Gelegenheit sogleich auf einen wichtigen Unterschied aufmerksam machen, welchen die Vererbung bei der geschlechtlichen und bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung darbietet. Es ist eine längst bekannte Thatsache, daß die individuellen Eigenthümlichkeiten des zeugenden Organismus viel genauer durch die ungeschlechtliche als durch die geschlechtliche Fortpflanzung auf das erzeugte Individuum übertragen werden. Die Gärtner machen von dieser Thatsache schon lange vielfach Gebrauch. Wenn z. B. von einer Baumart mit steifen, aufrecht stehenden Ästen zufällig ein einzelnes Individuum herabhängende Zweige bekommt, so kann der Gärtner in der Regel diese Eigenthümlichkeit nicht durch geschlechtliche, sondern nur

durch ungeschlechtliche Fortpflanzung vererben. Die von einem solchen Trauerbaum abgeschnittenen Zweige, als Stecklinge gepflanzt, bilden späterhin Bäume, welche ebenfalls hängende Aeste haben, wie z. B. die Trauerweiden, Trauerbuchen. Samenpflanzen dagegen, welche man aus den Samen eines solchen Trauerbaumes zieht, erhalten in der Regel wieder die ursprüngliche, steife und aufrechte Zweigform der Borelkern. In sehr auffallender Weise kann man dasselbe auch an den sogenannten „Blutbäumen“ wahrnehmen, d. h. Spielarten von Bäumen, welche sich durch rothe oder rothbraune Farbe der Blätter auszeichnen. Abkömmlinge von solchen Blutbäumen (z. B. Blutbuchen), welche man durch ungeschlechtliche Fortpflanzung, durch Stecklinge erzeugt, zeigen die eigenthümliche Farbe und Beschaffenheit der Blätter, welche das elterliche Individuum auszeichnet, während andere, aus den Samen der Blutbäume gezogene Individuen in die grüne Blattfarbe zurückschlagen.

Dieser Unterschied in der Vererbung wird Ihnen sehr natürlich vorkommen, sobald Sie erwägen, daß der materielle Zusammenhang zwischen zeugenden und erzeugten Individuen bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung viel inniger ist und viel länger dauert, als bei der geschlechtlichen. Die individuelle Richtung der molecularen Lebensbewegung kann sich daher bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung viel länger und gründlicher in dem kindlichen Organismus befestigen, und viel strenger vererben. Alle diese Erscheinungen im Zusammenhang betrachtet bezeugen klar, daß die Vererbung der körperlichen und geistigen Eigenschaften ein rein materieller, mechanischer Vorgang ist. Durch die Fortpflanzung wird eine größere oder geringere Quantität eiweißartiger Stofftheilchen, und damit zugleich die diesen Protoplasma-Molekeln anhaftende individuelle Bewegungsform vom elterlichen Organismus auf den kindlichen übertragen. Indem diese Bewegungsform sich beständig erhält, müssen auch die feineren Eigenthümlichkeiten, die am elterlichen Organismus haften, früher oder später am kindlichen Organismus wieder erscheinen.

Neunter Vortrag.

Vererbungsgeetze. Anpassung und Ernährung.

Unterscheidung der erhaltenden und fortschreitenden Vererbung. Gesetze der erhaltenden oder conservativen Erbllichkeit: Vererbung erbter Charaktere. Ununterbrochene oder continuirliche Vererbung. Unterbrochene oder latente Vererbung. Generationswechsel. Rückschlag. Verwilderung. Geschlechtliche oder sexuelle Vererbung. Secundäre Sexualcharaktere. Gemischte oder amphigone Vererbung. Bastardzeugung. Abgekürzte oder vereinfachte Vererbung. Gesetze der fortschreitenden oder progressiven Erbllichkeit: Vererbung erworbener Charaktere. Angepaßte oder erworbene Vererbung. Befestigte oder constituirte Vererbung. Gleichzeitliche oder homochrone Vererbung. Gleichörtliche oder homotope Vererbung. Anpassung und Veränderlichkeit. Zusammenhang der Anpassung und der Ernährung. Unterscheidung der indirecten und directen Anpassung.

Meine Herren! Von den beiden allgemeinen Lebensthätigkeiten der Organismen, der Anpassung und der Vererbung, welche in ihrer Wechselwirkung die verschiedenen Organismenarten hervorbringen, haben wir im letzten Vortrage die Vererbung betrachtet und wir haben versucht, diese in ihren Wirkungen so räthselhafte Lebensthätigkeit zurückzuführen auf eine andere physiologische Function der Organismen, auf die Fortpflanzung. Diese letztere beruht ihrerseits wieder, wie alle anderen Lebenserscheinungen der Thiere und Pflanzen, auf physikalischen und chemischen Verhältnissen. Allerdings erscheinen diese bisweilen äußerst verwickelt, lassen sich aber doch im Grunde auf einfache, mechanische Ursachen, auf Anziehungs- und

Abstoßungsverhältnisse der Stofftheilchen oder Molekeln, auf Bewegungsercheinungen der Materie zurückführen.

Bevor wir nun zur zweiten; der Vererbung entgegenwirkenden Function, der Erscheinung der Anpassung oder Abänderung übergehen, erscheint es zweckmäßig, zuvor noch einen Blick auf die verschiedenen Ausprägungsweisen der Erbllichkeit zu werfen, welche man vielleicht schon jetzt als „Vererbungsgesetze“ aufstellen kann. Leider ist für diesen so außerordentlich wichtigen Gegenstand sowohl in der Zoologie, als auch in der Botanik, bisher nur sehr Wenig geschehen, und fast Alles, was man von den verschiedenen Vererbungsgesetzen weiß, beruht auf den Erfahrungen der Landwirthe und der Gärtner. Daher ist es nicht zu verwundern, daß im Ganzen diese äußerst interessanten und wichtigen Erscheinungen nicht mit der wünschenswerthen wissenschaftlichen Schärfe untersucht und in die Form von naturwissenschaftlichen Gesetzen gebracht worden sind. Was ich Ihnen demnach im Folgenden von den verschiedenen Vererbungsgesetzen mittheilen werde, sind nur einige vorläufige Bruchstücke, herausgenommen aus dem unendlich reichen Schatze, welcher für die Erkenntniß hier offen liegt.

Wir können zunächst alle verschiedenen Erbllichkeitserscheinungen in zwei Gruppen bringen, welche wir als Vererbung ererbter Charactere und Vererbung erworbener Charactere unterscheiden; und wir können die erstere als die erhaltende (conservative) Vererbung, die zweite als die fortschreitende (progressive) Vererbung bezeichnen. Diese Unterscheidung beruht auf der äußerst wichtigen Thatsache, daß die Einzelwesen einer jeden Art von Thieren und Pflanzen nicht allein diejenigen Eigenschaften auf ihre Nachkommen vererben können, welche sie selbst von ihren Vorfahren ererbt haben, sondern auch die eigenthümlichen, individuellen Eigenschaften, die sie erst während ihres Lebens erworben haben. Diese letzteren werden durch die fortschreitende, die ersteren durch die erhaltende Erbllichkeit übertragen. Zunächst haben wir nun hier die Erscheinungen der conservativen oder erhaltenden Vererbung zu untersuchen

d. h. der Vererbung solcher Eigenschaften, welche der betreffende Organismus von seinen Eltern oder Vorfahren schon erhalten hat (Gen. Morph. II, 180).

Unter den Erscheinungen der conservativen Vererbung tritt uns zunächst als das allgemeinste Gesetz dasjenige entgegen, welches wir das Gesetz der ununterbrochenen oder continuirlichen Vererbung nennen können. Dasselbe hat unter den höheren Thieren und Pflanzen so allgemeine Gültigkeit, daß der Laie zunächst seine Wirksamkeit überschätzen und es für das einzige, allein maßgebende Vererbungsgesetz halten dürfte. Es besteht dieses Gesetz einfach darin, daß innerhalb der meisten Thier- oder Pflanzenarten jede Generation im Ganzen der andern gleich ist, daß die Eltern ebenso den Großeltern, wie den Kindern ähnlich sind. „Gleiches erzeugt Gleiches“, sagt man gewöhnlich, richtiger aber: „Aehnliches erzeugt Aehnliches“. Denn in der That sind die Nachkommen oder Descendenten eines jeden Organismus demselben niemals in allen Stücken absolut gleich, sondern immer nur in einem mehr oder weniger hohen Grade ähnlich. Dieses Gesetz ist so allgemein bekannt, daß ich keine Beispiele dafür anzuführen brauche.

In einem gewissen Gegensatze zu demselben steht das Gesetz der unterbrochenen oder latenten Vererbung, welche man auch als abwechselnde oder alternirende Vererbung bezeichnen könnte. Dieses wichtige Gesetz erscheint hauptsächlich in Wirksamkeit bei vielen niederen Thieren und Pflanzen, und äußert sich hier, im Gegensatz zu dem ersteren, darin, daß die Kinder den Eltern nicht gleich, sondern sehr unähnlich sind, und daß erst die dritte oder eine spätere Generation der ersten wieder ähnlich wird. Die Enkel sind den Großeltern gleich, den Eltern aber ganz unähnlich. Es ist das eine merkwürdige Erscheinung, welche bekanntermaßen in geringerem Grade auch in den menschlichen Familien sehr häufig auftritt. Zweifelsohne wird Jeder von Ihnen einzelne Familienglieder kennen, welche in dieser oder jener Eigenthümlichkeit viel mehr dem Großvater oder der Großmutter, als dem Vater oder der Mutter gleichen.

Bald sind es körperliche Eigenschaften, z. B. Gesichtszüge, Haarfarbe, Körpergröße, bald geistige Eigenheiten, z. B. Temperament, Energie, Verstand, welche in dieser Art sprungweise vererbt werden. Ebenso wie beim Menschen können Sie diese Thatsache bei den Hausthieren beobachten. Bei den am meisten veränderlichen Hausthieren, beim Hund, Pferd, Rind, machen die Thierzüchter sehr häufig die Erfahrung, daß ihr Züchtungsproduct mehr dem groβelsterlichen, als dem elterlichen Organismus ähnlich ist. Wollen Sie dies Gesetz allgemein ausdrücken, und die Reihe der Generationen mit den Buchstaben des Alphabets bezeichnen, so wird $A = C = E$, ferner $B = D = F$ u. s. f.

Noch viel auffallender, als bei den höheren, tritt Ihnen bei den niederen Thieren und Pflanzen diese sehr merkwürdige Thatsache entgegen, und zwar in dem berühmten Phänomen des Generationswechsels (Metagenesis). Hier finden Sie sehr häufig z. B. unter den Plattwürmern, Mantelthieren, Pflanzenthieren, ferner unter den Farnkräutern und Moosen, daß das organische Individuum bei der Fortpflanzung zunächst eine Form erzeugt, die gänzlich von der Elternform verschieden ist, und daß erst die Nachkommen dieser Generation der ersten wieder ähnlich werden. Dieser regelmäßige Generationswechsel wurde 1819 von dem Dichter Chamisso auf seiner Weltumsegelung bei den Salpen entdeckt, cylindrischen und glasartig durchsichtigen Mantelthieren, welche an der Oberfläche des Meeres schwimmen. Hier erzeugt die größere Generation, welche als Einsiedler lebt und ein hufeisensförmiges Auge besitzt, auf ungeschlechtlichem Wege (durch Knospenbildung) eine gänzlich verschiedene kleinere Generation. Die Individuen dieser zweiten kleineren Generation leben in Ketten vereinigt und besitzen ein kegelförmiges Auge. Jedes Individuum einer solchen Kette erzeugt auf geschlechtlichem Wege (als Zwitter) wiederum einen geschlechtslosen Einsiedler der ersten, größeren Generation. Es ist also hier bei den Salpen immer die erste, dritte, fünfte Generation, und ebenso die zweite, vierte, sechste Generation einander ganz ähnlich. Nun ist es aber nicht

immer bloß eine Generation, die so überschlagen wird, sondern in anderen Fällen auch mehrere, so daß also die erste Generation der vierten, siebenten u. s. w. gleicht, die zweite der fünften und achten, die dritte der sechsten und neunten, und so weiter fort. Drei in dieser Weise verschiedene Generationen wechseln z. B. bei den zierlichen Seetönnchen (*Doliolum*) mit einander ab, kleinen Mantelthieren, welche den Salpen nahe verwandt sind. Hier ist $A = D = G$, ferner $B = E = H$, und $C = F = I$. Bei den Blattläusen folgt auf jede geschlechtliche Generation eine Reihe von acht bis zehn bis zwölf ungeschlechtlichen Generationen, die unter sich ähnlich und von der geschlechtlichen verschieden sind. Dann tritt erst wieder eine geschlechtliche Generation auf, die der längst verschwundenen gleich ist.

Wenn Sie dieses merkwürdige Gesetz der latenten oder unterbrochenen Vererbung weiter verfolgen und alle dahin gehörigen Erscheinungen zusammenfassen, so können Sie auch die bekannten Erscheinungen des Rückschlags darunter begreifen. Unter Rückschlag oder Atavismus versteht man die allen Thierzüchtern bekannte merkwürdige Thatsache, daß bisweilen einzelne Thiere eine Form annehmen, welche schon seit vielen Generationen nicht vorhanden war, welche einer längst verschwundenen Generation angehört. Eines der merkwürdigsten hierher gehörigen Beispiele ist die Thatsache, daß bei einzelnen Pferden bisweilen ganz charakteristische dunkle Streifen auftreten, ähnlich denen des Zebra, Quagga und anderer wilden Pferdearten Africas. Hauspferde von den verschiedensten Rassen und von allen Farben zeigen bisweilen solche dunkle Streifen, z. B. einen Längsstreifen des Rückens, Querstreifen der Schultern und der Beine u. s. w. Die plötzliche Erscheinung dieser Streifen läßt sich nur erklären als eine Wirkung der latenten Vererbung, als ein Rückschlag in die längst verschwundene uralte gemeinsame Stammform aller Pferdearten, welche zweifelsohne gleich den Zebras, Quaggas u. s. w. gestreift war. Ebenso erscheinen auch bei andern Hausthieren oft plötzlich gewisse Eigenschaften wieder, welche ihre längst ausgestor-

benen wilden Stammeltern auszeichneten. Auch unter den Pflanzen kann man den Rückschlag sehr häufig beobachten. Sie kennen wohl Alle das wilde gelbe Löwenmaul (*Linaria vulgaris*), eine auf unsern Aedern und Wegen sehr gemeine Pflanze. Die rachenförmige gelbe Blüthe derselben enthält zwei lange und zwei kurze Staubfäden. Bisweilen aber erscheint eine einzelne Blüthe (*Peloria*), welche trichterförmig und ganz regelmäßig aus fünf einzelnen gleichen Abschnitten zusammengesetzt ist, mit fünf gleichartigen Staubfäden. Diese *Peloria* können wir nur erklären als einen Rückschlag in die längst entschwundene uralte gemeinsame Stammform aller derjenigen Pflanzen, welche gleich dem Löwenmaul eine rachenförmige zweilippige Blüthe mit zwei langen und zwei kurzen Staubfäden besitzen. Jene Stammform besaß gleich der *Peloria* eine regelmäßige fünftheilige Blüthe mit fünf gleichen, später erst allmählich ungleich werdenden Staubfäden (Vergl. oben S. 14, 16). Alle solche Rückschläge sind unter das Gesetz der unterbrochenen oder latenten Vererbung zu bringen, wenn gleich die Zahl der Generationen, die übersprungen wird, ganz ungeheuer groß sein kann.

Wenn Culturpflanzen oder Hausthiere verwildern, wenn sie den Bedingungen des Culturlebens entzogen werden, so gehen sie Veränderungen ein, welche nicht bloß als Anpassung an die neuerworbene Lebensweise erscheinen, sondern auch theilweise als Rückschlag in die uralte Stammform, aus welcher die Culturformen erzogen worden sind. So kann man die verschiedenen Sorten des Kohls, die ungemein in ihrer Form verschieden sind, durch absichtliche Verwilderung allmählich auf die ursprüngliche Stammform zurückführen. Ebenso schlagen die verwildernden Hunde, Pferde, Rinder u. s. w. oft mehr oder weniger in die längst ausgestorbene Generation zurück. Es kann eine erstaunlich lange Reihe von Generationen verfließen, ehe diese latente Vererbungs kraft erlischt.

Als ein drittes Gesetz der erhaltenden oder conservativen Vererbung können wir das Gesetz der geschlechtlichen oder sexuellen Vererbung bezeichnen, nach welchem jedes Geschlecht auf

seine Nachkommen desselben Geschlechts Eigenthümlichkeiten überträgt, welche es nicht auf die Nachkommen des andern Geschlechts vererbt. Die sogenannten „secundären Sexualcharaktere“, welche in mehrfacher Beziehung von außerordentlichem Interesse sind, liefern für dieses Gesetz überall zahlreiche Beispiele. Als untergeordnete oder secundäre Sexualcharaktere bezeichnet man solche Eigenthümlichkeiten des einen der beiden Geschlechter, welche nicht unmittelbar mit den Geschlechtsorganen selbst zusammenhängen. Solche Charaktere, welche bloß dem männlichen Geschlecht zukommen, sind z. B. das Geweih des Hirsches, die Mähne des Löwen, der Sporn des Hahns. Hierher gehört auch der menschliche Bart, eine Zierde, welche gewöhnlich dem weiblichen Geschlecht versagt ist. Ähnliche Charaktere, welche bloß das weibliche Geschlecht auszeichnen, sind z. B. die entwickelten Brüste mit den Milchdrüsen der weiblichen Säugethiere, der Beutel der weiblichen Beuteltiere. Auch Körpergröße und Hautfärbung ist bei den weiblichen Thieren vieler Arten abweichend. Alle diese secundären Geschlechts Eigenschaften werden, ebenso wie die Geschlechtsorgane selbst, vom männlichen Organismus nur auf den männlichen vererbt, nicht auf den weiblichen, und umgekehrt. Die entgegengesetzten Thatsachen sind seltene Ausnahmen von der Regel.

Ein viertes hierher gehöriges Vererbungsgesetz steht in gewissem Sinne im Widerspruch mit dem letzterwähnten, und beschränkt dasselbe, nämlich das Gesetz der gemischten oder beiderseitigen (amphigonen) Vererbung. Dieses Gesetz sagt aus, daß ein jedes organische Individuum, welches auf geschlechtlichem Wege erzeugt wird, von beiden Eltern Eigenthümlichkeiten annimmt, sowohl vom Vater als von der Mutter. Diese Thatsache, daß von jedem der beiden Geschlechter persönliche Eigenschaften auf alle, sowohl männliche als weibliche Kinder übergehen, ist sehr wichtig. Goethe drückt sie von sich selbst in dem hübschen Verse aus:

„Vom Vater hab ich die Statur, des Lebens ernstes Führen,
 „Vom Mütterchen die Frohnatur und Lust zu fabuliren.“

Diese Erscheinung wird Ihnen allen so bekannt sein, daß ich

hier darauf nicht weiter einzugehen brauche. Durch den verschiedenen Antheil ihres Charakters, welchen Vater und Mutter auf ihre Kinder vererben, werden vorzüglich die individuellen Verschiedenheiten der Geschwister bedingt.

Unter dieses Gesetz der gemischten oder amphigonen Vererbung gehört auch die sehr wichtige und interessante Erscheinung der Bastardzeugung (Hybridismus). Richtig gewürdigt, genügt sie allein schon vollständig, um das herrschende Dogma von der Constanz der Arten zu widerlegen. Pflanzen sowohl als Thiere, welche zwei ganz verschiedenen Species angehören, können sich mit einander geschlechtlich vermischen und eine Nachkommenschaft erzeugen, die in vielen Fällen sich selbst wieder fortpflanzen kann, und zwar entweder (häufiger) durch Vermischung mit einem der beiden Stammeltern, oder aber (seltener) durch reine Inzucht, indem Bastard sich mit Bastard vermischt. Das letztere ist z. B. bei den Bastarden von Hasen und Kaninchen festgestellt (*Lepus Darwinii*, S. 131). Unbekannt sind die Bastarde zwischen Pferd und Esel, zwei ganz verschiedenen Arten einer Gattung (*Equus*). Diese Bastarde sind verschieden, je nachdem der Vater oder die Mutter zu der einen oder zu der anderen Art, zum Pferd oder zum Esel gehört. Das Maulthier (*Mulus*), welches von einer Pferdstute und einem Eselhengst erzeugt ist, hat ganz andere Eigenschaften als der Maulesel (*Hinnus*), der Bastard vom Pferdehengst und der Eselstute. In jedem Fall ist der Bastard (*Hybrida*), der aus der Kreuzung zweier verschiedener Arten erzeugte Organismus, eine Mischform, welche Eigenschaften von beiden Eltern angenommen hat; allein die Eigenschaften des Bastards sind ganz verschieden, je nach der Form der Kreuzung. So zeigen auch die Mulattenkinder, welche von einem Europäer mit einer Negerin erzeugt werden, eine andere Mischung der Charaktere, als diejenigen Bastarde, welche ein Neger mit einer Europäerin erzeugt. Bei diesen Erscheinungen der Bastardzeugung sind wir (wie bei den anderen vorher erwähnten Vererbungsgesetzen) jezt noch nicht im Stande, die bewirkenden Ursachen im Einzelnen

nachzuweisen. Aber kein Naturforscher zweifelt daran, daß die Ursachen hier überall rein mechanisch, in der Natur der organischen Materie selbst begründet sind. Wenn wir feinere Untersuchungsmittel als unsere groben Sinnesorgane und deren Hülfsmittel hätten, so würden wir jene Ursachen erkennen, und auf die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Materie zurückführen können.

Als ein fünftes Gesetz müssen wir nun unter den Erscheinungen der conservativen oder erhaltenden Vererbung noch das Gesetz der abgekürzten oder vereinfachten Vererbung anführen. Dieses Gesetz ist sehr wichtig für die Embryologie oder Ontogenie, d. h. für die Entwicklungsgeschichte der organischen Individuen. Wie ich bereits im ersten Vortrage (S. 10) erwähnte und später noch ausführlich zu erläutern habe, ist die Ontogenie oder die Entwicklungsgeschichte der Individuen weiter nichts als eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung der Phylogenie, d. h. der paläontologischen Entwicklungsgeschichte des ganzen organischen Stammes oder Phylum, zu welchem der betreffende Organismus gehört. Wenn Sie z. B. die individuelle Entwicklung des Menschen, des Affen, oder irgend eines anderen höheren Säugethieres innerhalb des Mutterleibes vom Ei an verfolgen, so finden Sie, daß der aus dem Ei entstehende Keim oder Embryo eine Reihe von sehr verschiedenen Formen durchläuft, welche im Ganzen übereinstimmt oder wenigstens parallel ist mit der Formenreihe, welche die historische Vorfahrenkette der höheren Säugethiere uns darbietet. Zu diesen Vorfahren gehören gewisse Fische, Amphibien, Beuteltiere u. s. w. Allein der Parallelismus oder die Uebereinstimmung dieser beiden Entwicklungsreihen ist niemals ganz vollständig. Vielmehr sind in der Ontogenie immer Lücken und Sprünge, welche dem Ausfall einzelner Stadien der Phylogenie entsprechen. Wie Fritz Müller in seiner ausgezeichneten Schrift „Für Darwin“¹⁶⁾ an dem Beispiel der Crustaceen oder Krebse vortrefflich erläutert hat „wird die in der individuellen Entwicklungsgeschichte erhaltene geschichtliche Urkunde all-

mählich vermischt, indem die Entwicklung einen immer geraderen Weg vom Ei zum fertigen Thiere einschlägt.“ Diese Vermischung oder Abkürzung wird durch das Gesetz der abgekürzten Vererbung bedingt, und ich will dasselbe hier deshalb besonders hervorheben, weil es von großer Bedeutung für das Verständniß der Embryologie ist, und die anfangs befremdende Thatsache erklärt, daß nicht alle Entwicklungsformen, welche unsere Stammeltern durchlaufen haben, in der Formenreihe unserer eigenen individuellen Entwicklung noch sichtbar sind.

Den bisher erörterten Gesetzen der erhaltenden oder conservativen Vererbung stehen nun gegenüber die Vererbungserscheinungen der zweiten Reihe, die Gesetze der fortschreitenden oder progressiven Vererbung. Sie beruhen, wie erwähnt, darauf, daß der Organismus nicht allein diejenigen Eigenschaften auf seine Nachkommen überträgt, die er bereits von den Voreltern ererbt hat, sondern auch eine Anzahl von denjenigen individuellen Eigenthümlichkeiten, welche er selbst erst während seines Lebens erworben hat. Die Anpassung verbindet sich hier bereits mit der Vererbung. (Gen. Morph. II, 186).

Unter diesen wichtigen Erscheinungen der fortschreitenden oder progressiven Vererbung können wir an die Spitze als das allgemeinste das Gesetz der angepaßten oder erworbenen Vererbung stellen. Dasselbe besagt eigentlich weiter Nichts, als was ich eben schon aussprach, daß unter bestimmten Umständen der Organismus fähig ist, alle Eigenschaften auf seine Nachkommen zu vererben, welche er selbst erst während seines Lebens durch Anpassung erworben hat. Am deutlichsten zeigt sich diese Erscheinung natürlich dann, wenn die neu erworbene Eigenthümlichkeit die ererbte Form bedeutend abändert. Das war in den Beispielen der Fall, welche ich Ihnen in dem vorigen Vortrage von der Vererbung überhaupt angeführt habe, bei den Menschen mit sechs Fingern und Zehen, den Stachelschweinmensen, den Blutbuchen, Trauerweiden u. s. w. Auch die Vererbung erworbener Krankheiten, z. B. der

Schwindsucht, des Wahnsinns, beweist dies Gesetz sehr auffällig, ebenso die Vererbung des Albinismus. Albinos oder Kakerlaken nennt man solche Individuen, welche sich durch Mangel der Farbstoffe oder Pigmente in der Haut auszeichnen. Solche kommen bei Menschen, Thieren und Pflanzen sehr verbreitet vor. Bei Thieren, welche eine bestimmte dunkle Farbe haben, werden nicht selten einzelne Individuen geboren, welche der Farbe gänzlich entbehren, und bei den mit Augen versehenen Thieren ist dieser Pigmentmangel auch auf die Augen ausgedehnt, so daß die gewöhnlich lebhaft oder dunkel gefärbte Regenbogenhaut oder Iris des Auges farblos ist, aber wegen der durchschimmernden Blutgefäße roth erscheint. Bei manchen Thieren, z. B. den Kaninchen, Mäusen, sind solche Albinos mit weißem Fell und rothen Augen so beliebt, daß man sie in großer Menge als besondere Rasse fortpflanzt. Dies wäre nicht möglich ohne das Gesetz der angepaßten Vererbung.

Welche von einem Organismus erworbene Abänderungen sich auf seine Nachkommen übertragen werden, welche nicht, ist von vornherein nicht zu bestimmen, und wir kennen leider die bestimmten Bedingungen nicht, unter denen die Vererbung erfolgt. Wir wissen nur im Allgemeinen, daß gewisse erworbene Eigenschaften sich viel leichter vererben als andere, z. B. als die durch Verwundung entstehenden Verstümmelungen. Diese letzteren werden in der Regel nicht erblich übertragen; sonst müßten die Descendenten von Menschen, die ihre Arme oder Beine verloren haben, auch mit dem Mangel des entsprechenden Armes oder Beines geboren werden. Ausnahmen sind aber auch hier vorhanden, und man hat z. B. eine schwanzlose Hunderrasse dadurch gezogen, daß man mehrere Generationen hindurch beiden Geschlechtern des Hundes consequent den Schwanz abschneitt. Noch vor einigen Jahren kam hier in der Nähe von Jena auf einem Gute der Fall vor, daß beim unvorsichtigen Zuschlagen des Stallthores einem Zuchttier der Schwanz an der Wurzel abgequetscht wurde, und die von diesem Stiere erzeugten Kälber wurden sämmtlich schwanzlos geboren. Das ist allerdings

eine Ausnahme. Es ist aber sehr wichtig, die Thatsache festzustellen, daß unter gewissen uns unbekanntem Bedingungen auch solche gewaltsame Veränderungen erblich übertragen werden, in gleicher Weise wie viele Krankheiten.

In sehr vielen Fällen ist die Abänderung, welche durch angepaßte Vererbung übertragen und erhalten wird, angeboren, so bei dem vorher erwähnten Albinismus. Dann beruht die Abänderung auf derjenigen Form der Anpassung, welche wir die indirecte oder potentielle nennen. Ein sehr auffallendes Beispiel dafür liefert das hornlose Rindvieh von Paraguay in Südamerika. Dasselbst wird eine besondere Rindviehrasse gezogen, die ganz der Hörner entbehrt. Sie stammt von einem einzigen Stiere ab, welcher im Jahre 1770 von einem gewöhnlichen gehörnten Elternpaare geboren wurde, und bei welchem der Mangel der Hörner durch irgend welche unbekanntes Ursache veranlaßt worden war. Alle Nachkommen dieses Stieres, welche er mit einer gehörnten Kuh erzeugte, entbehrten der Hörner vollständig. Man fand diese Eigenschaft vortheilhaft, und indem man die ungehörnten Kinder unter einander fortpflanzte, erhielt man eine hornlose Rindviehrasse, welche gegenwärtig die gehörnten Kinder in Paraguay fast verdrängt hat. Ein ähnliches Beispiel liefern die nordamerikanischen Otterschafe. Im Jahre 1791 lebte in Massachusetts in Nordamerika ein Landwirth, Seth Wright mit Namen. In seiner wohlgebildeten Schafheerde wurde auf einmal ein Lamm geboren, welches einen auffallend langen Leib und ganz kurze und krumme Beine hatte. Es konnte daher keine großen Sprünge machen und namentlich nicht über den Zaun in des Nachbarn Garten springen, eine Eigenschaft, welche dem Besizer wegen der Abgrenzung des dortigen Gebiets durch Hecken sehr vortheilhaft erschien. Er kam also auf den Gedanken, diese Eigenschaft auf die Nachkommen zu übertragen, und in der That erzeugte er durch Kreuzung dieses Schafbocks mit wohlgebildeten Mutterchafen eine ganze Rasse von Schafen, die alle die Eigenschaften des Vaters hatten, kurze und gekrümmte Beine und einen langen Leib. Sie konnten alle

nicht über die Hecken springen, und wurden deshalb in Massachusetts damals sehr beliebt und verbreitet.

Ein zweites Gesetz, welches ebenfalls unter die Reihe der progressiven oder fortschreitenden Vererbung gehört, können wir das Gesetz der befestigten oder constituirten Vererbung nennen. Dasselbe äußert sich darin, daß Eigenschaften, die von einem Organismus während seines individuellen Lebens erworben wurden, um so sicherer auf seine Nachkommen erblich übertragen werden, je längere Zeit hindurch die Ursachen jener Abänderung einwirkten, und daß diese Abänderung um so sicherer Eigenthum auch aller folgenden Generationen wird, je längere Zeit hindurch auch auf diese die abändernde Ursache einwirkt. Die durch Anpassung oder Abänderung neu erworbene Eigenschaft muß in der Regel erst bis zu einem gewissen Grade befestigt oder constituirt sein, ehe mit Wahrscheinlichkeit darauf zu rechnen ist, daß sich dieselbe auch auf die Nachkommenschaft erblich überträgt. In dieser Beziehung verhält sich die Vererbung ähnlich wie die Anpassung. Je längere Zeit hindurch eine neuerworbene Eigenschaft bereits durch Vererbung übertragen ist, desto sicherer wird sie auch in den kommenden Generationen sich erhalten. Wenn also z. B. ein Gärtner durch methodische Behandlung eine neue Apfelsorte gezüchtet hat, so kann er um so sicherer darauf rechnen, die erwünschte Eigenthümlichkeit dieser Sorte zu erhalten, je länger er dieselbe bereits vererbt hat. Dasselbe zeigt sich deutlich in der Vererbung von Krankheiten. Je länger bereits in einer Familie Schwindsucht oder Wahnsinn erblich ist, desto tiefer gewurzelt ist das Uebel, desto wahrscheinlicher werden auch alle folgenden Generationen davon ergriffen werden.

Endlich können wir die Betrachtung der Erblichkeitserrscheinungen schließen mit den beiden ungemein wichtigen Gesetzen der gleichörtlichen und der gleichzeitlichen Vererbung. Wir verstehen darunter die Thatsache, daß Veränderungen, welche von einem Organismus während seines Lebens erworben und erblich auf seine Nachkommen übertragen wurden, bei diesen an derselben Stelle des Körpers hervor-

treten, an welcher der elterliche Organismus zuerst von ihnen betroffen wurde, und daß sie bei den Nachkommen auch im gleichen Lebensalter erscheinen, wie bei dem ersteren.

Das Gesetz der gleichzeitlichen oder homochronen Vererbung, welches Darwin das Gesetz der „Vererbung in correspondirendem Lebensalter“ nennt, läßt sich wiederum sehr deutlich an der Vererbung von Krankheiten nachweisen, zumal von solchen, die wegen ihrer Erblichkeit sehr verderblich werden. Diese treten im kindlichen Organismus in der Regel zu einer Zeit auf, welche derjenigen entspricht, in welcher der elterliche Organismus die Krankheit erwarb. Erbliche Erkrankungen der Lunge, der Leber, der Zähne, des Gehirns, der Haut u. s. w. erscheinen bei den Nachkommen gewöhnlich in der gleichen Zeit oder nur wenig früher, als sie beim elterlichen Organismus eintraten, oder von diesem überhaupt erworben wurden. Das Kalb bekommt seine Hörner in demselben Lebensalter wie seine Eltern. Ebenso erhält das junge Hirschkalb sein Geweih in derselben Lebenszeit, in welcher es bei seinem Vater und Großvater hervorgesproßt war. Bei jeder der verschiedenen Weinsorten reifen die Trauben zur selben Zeit, wie bei ihren Voreltern. Bekanntlich ist diese Reifezeit bei den verschiedenen Sorten sehr verschieden; da aber alle von einer einzigen Art abstammen, ist diese Verschiedenheit von den Stammeltern der einzelnen Sorten erst erworben worden und hat sich dann erblich fortgepflanzt.

Das Gesetz der gleichörtlichen oder homotopen Vererbung endlich, welches mit dem letzterwähnten Gesetze im engsten Zusammenhange steht, und welches man auch „das Gesetz der Vererbung an correspondirender Körperstelle“ nennen könnte, läßt sich wiederum in pathologischen Erblichkeitsfällen sehr deutlich erkennen. Große Muttermale z. B. oder Pigmentanhäufungen an einzelnen Hautstellen, ebenso Geschwülste der Haut, erscheinen oft Generationen hindurch nicht allein in demselben Lebensalter, sondern auch an derselben Stelle der Haut. Ebenso ist übermäßige Fettentwicklung an einzelnen Körperstellen erblich. Eigentlich aber sind für dieses

Gesetz, wie für das vorige, zahllose Beispiele überall in der Embryologie zu finden. Sowohl das Gesetz der gleichzeitlichen als das Gesetz der gleichörtlichen Vererbung sind Grundgesetze der Embryologie oder Ontogenie. Denn wir erklären uns durch diese Gesetze die merkwürdige Thatsache, daß die verschiedenen auf einander folgenden Formzustände während der individuellen Entwicklung in allen Generationen einer und derselben Art stets in derselben Reihenfolge auftreten, und daß die Umbildungen des Körpers immer an denselben Stellen erfolgen. Diese scheinbar einfache und selbstverständliche Erscheinung ist doch überaus wunderbar und merkwürdig; wir können die näheren Ursachen derselben nicht erklären, aber mit Sicherheit behaupten, daß sie auf der unmittelbaren Uebertragung der organischen Materie vom elterlichen auf den kindlichen Organismus beruhen, wie wir es im Vorigen für den Vererbungsprozeß im Allgemeinen aus den Thatsachen der Fortpflanzung nachgewiesen haben.

Nachdem wir so die wichtigsten Vererbungsgesetze hervorgehoben haben, wenden wir uns zur zweiten Reihe der Erscheinungen, welche bei der natürlichen Züchtung in Betracht kommen, nämlich zu denen der Anpassung oder Abänderung. Diese Erscheinungen stehen, im Großen und Ganzen betrachtet, in einem gewissen Gegensatz zu den Vererbungserscheinungen, und die Schwierigkeit, welche die Betrachtung beider darbietet, besteht zunächst darin, daß beide sich auf das Vollständigste durchkreuzen und verweben. Daher sind wir nur selten im Stande, bei den Formveränderungen, die unter unsern Augen geschehen, mit Sicherheit zu sagen, wieviel davon auf die Vererbung, wieviel auf die Abänderung zu beziehen ist. Alle Formcharaktere, durch welche sich die Organismen unterscheiden, sind entweder durch die Vererbung oder durch die Anpassung verursacht; da aber beide Functionen beständig in Wechselwirkung zu einander stehen, ist es für den Systematiker außerordentlich schwer, den Antheil jeder der beiden Functionen an der speciellen Bildung der einzelnen Formen zu erkennen. Dies ist gegenwärtig um so schwieriger, als man sich noch kaum der ungeheuren Bedeutung dieser Thats-

sache bewußt geworden ist, und als die meisten Naturforscher die Theorie der Anpassung, ebenso wie die der Vererbung vernachlässigt haben. Die soeben aufgestellten Vererbungsgesetze, wie die sogleich anzuführenden Gesetze der Anpassung, bilden gewiß nur einen kleinen Bruchtheil der vorhandenen, meist noch nicht untersuchten Erscheinungen dieses Gebietes; und da jedes dieser Gesetze mit jedem anderen in Wechselbeziehung treten kann, so geht daraus die unendliche Verwickelung von physiologischen Thätigkeiten hervor, die bei der Formbildung der Organismen in der That wirksam sind.

Was nun die Erscheinung der Abänderung oder Anpassung im Allgemeinen betrifft, so müssen wir dieselbe, ebenso wie die Thatsache der Vererbung, als eine ganz allgemeine physiologische Grundeigenschaft aller Organismen ohne Ausnahme hinstellen, als eine Lebensäußerung, welche von dem Begriffe des Organismus gar nicht zu trennen ist. Streng genommen müssen wir auch hier, wie bei der Vererbung, entscheiden zwischen der Anpassung selbst und der Anpassungsfähigkeit. Unter Anpassung (*Adaptatio*) oder Abänderung (*Variatio*) verstehen wir die Thatsache, daß der Organismus in Folge von Einwirkungen der umgebenden Außenwelt gewisse neue Eigenthümlichkeiten in seiner Lebensthätigkeit, Mischung und Form annimmt, welche er nicht von seinen Eltern geerbt hat; diese erworbenen individuellen Eigenschaften stehen den ererbten gegenüber, welche seine Eltern und Voreltern auf ihn übertragen haben. Dagegen nennen wir Anpassungsfähigkeit (*Adaptabilitas*) oder Veränderlichkeit (*Variabilitas*) die allen Organismen inne wohnende Fähigkeit, derartige neue Eigenschaften unter dem Einflusse der Außenwelt zu erwerben. (*Gen. Morph.* II, 191).

Die unleugbare Thatsache der organischen Anpassung oder Abänderung ist allbekannt, und an tausend uns umgebenden Erscheinungen jeden Augenblick wahrzunehmen. Allein gerade deshalb, weil die Erscheinungen der Abänderung durch äußere Einflüsse selbstverständlich erscheinen, hat man dieselben bisher noch fast gar nicht einer genaueren wissenschaftlichen Untersuchung unterzogen. Es ge-

hören dahin alle Erscheinungen, welche wir als die Folgen der Angewöhnung und Abgewöhnung, der Uebung und Nichtübung betrachten, oder als die Folgen der Dressur, der Erziehung, der Acclimatisation, der Gymnastik u. s. w. Auch viele bleibende Veränderungen durch krankmachende Ursachen, viele Krankheiten sind weiter nichts als gefährliche Anpassungen des Organismus an verderbliche Lebensbedingungen. Bei den Culturpflanzen und Hausthieren tritt die Erscheinung der Abänderung so auffallend und mächtig hervor, daß eben darauf der Thierzüchter und Gärtner seine ganze Thätigkeit gründet, oder vielmehr auf die Wechselbeziehung, in welche er diese Erscheinungen mit denen der Vererbung setzt. Ebenso ist es bei den Pflanzen und Thieren im wilden Zustande allbekannt, daß sie abändern oder variiren. Jede systematische Bearbeitung einer Thier- oder Pflanzengruppe müßte, wenn sie ganz vollständig und erschöpfend sein wollte, bei jeder einzelnen Art eine Menge von Abänderungen anführen, welche mehr oder weniger von der herrschenden oder typischen Hauptform der Species abweichen. In der That finden Sie in jedem genauer gearbeiteten systematischen Specialwerk bei den meisten Arten eine Anzahl von solchen Variationen oder Umbildungen angeführt, welche bald als individuelle Abweichungen, bald als sogenannte Spielarten, Rassen, Varietäten, Abarten oder Unterarten bezeichnet werden, und welche oft außerordentlich weit sich von der Stammart entfernen, lediglich durch die Anpassung des Organismus an die äußern Lebensbedingungen.

Wenn wir nun zunächst die allgemeinen Ursachen dieser Anpassungsercheinungen zu ergründen suchen, so kommen wir zu dem Resultat, daß dieselben in Wirklichkeit so einfach sind, als die Ursachen der Erblichkeitsercheinungen. Wie wir für die Vererbungsthatsachen die Fortpflanzung als allgemeine Grundursache nachgewiesen, die Uebertragung der elterlichen Materie auf den kindlichen Körper, so können wir für die Thatsachen der Anpassung oder Abänderung, als die allgemeine Grundursache, die physiologische Thätigkeit der Ernährung oder des Stoffwechsels hinstellen. Wenn ich hier die „Ernährung“ als Grundursache der Abänderung und Anpassung an-

führe, so nehme ich dieses Wort im weitesten Sinne, und verstehe darunter die gesammten materiellen Veränderungen, welche der Organismus in allen seinen Theilen durch die Einflüsse der ihn umgebenden Außenwelt erleidet. Es gehört also zur Ernährung nicht allein die Aufnahme der wirklich nährenden Stoffe und der Einfluß der verschiedenartigen Nahrung, sondern auch z. B. die Einwirkung des Wassers und der Atmosphäre, der Einfluß des Sonnenlichts, der Temperatur und aller derjenigen meteorologischen Erscheinungen, welche man unter dem Begriff „Klima“ zusammenfaßt. Auch der mittelbare und unmittelbare Einfluß der Bodenbeschaffenheit und des Wohnorts gehört hierher, ferner der äußerst wichtige und vielseitige Einfluß, welchen die umgebenden Organismen, die Freunde und Nachbarn, die Feinde und Räuber, die Schmarotzer oder Parasiten u. s. w. auf jedes Thier und auf jede Pflanze ausüben. Alle diese und noch viele andere höchst wichtige Einwirkungen, welche alle den Organismus mehr oder weniger in seiner materiellen Zusammensetzung verändern, müssen hier beim Stoffwechsel in Betracht gezogen werden. Demgemäß wird die Anpassung die Folge aller jener materiellen Veränderungen sein, welche die äußeren Existenz-Bedingungen, die Einflüsse der umgebenden Außenwelt im Stoffwechsel des Organismus hervorbringen.

Wie sehr jeder Organismus von seiner gesammten äußeren Umgebung abhängt und durch deren Wechsel verändert wird, ist Ihnen Allen im Allgemeinen bekannt. Denken Sie bloß daran, wie die menschliche Thatkraft von der Temperatur der Luft abhängig ist, oder die Gemüthsstimmung von der Farbe des Himmels. Je nachdem der Himmel wolkenlos und sonnig ist, oder mit trüben, schweren Wolken bedeckt, ist unsere Stimmung heiter oder trübe. Wie anders empfinden und denken wir im Walde während einer stürmischen Winternacht und während eines heiteren Sommertages! Alle diese verschiedenen Stimmungen unserer Seele beruhen auf rein materiellen Veränderungen unseres Gehirns, auf molekularen Plasma-Bewegungen, welche mittelst der Sinne durch die verschiedene Einwirkung des Lichts, der Wärme der Feuchtigkeit u. s. w. hervorgebracht werden. „Wir sind ein Spiel von jedem Druck der Luft!“

Nicht minder wichtig und tiefgreifend sind die Einwirkungen, welche unser Geist und unser Körper durch die verschiedene Qualität und Quantität der Nahrungsmittel im engeren Sinne erfährt. Unsere Geistesarbeit, die Thätigkeit unseres Verstandes und unserer Phantasie ist gänzlich verschieden, je nachdem wir vor und während derselben Thee und Kaffee, oder Wein und Bier genossen haben. Unsere Stimmungen, Wünsche und Gefühle sind ganz anders, wenn wir hungern und wenn wir gesättigt sind. Der Nationalcharakter der Engländer und der Gaucho's in Südamerika, welche vorzugsweise von Fleisch, von stickstoffreicher Nahrung leben, ist gänzlich verschieden von demjenigen der kartoffelessenden Irländer und der reisessenden Chinesen, welche vorwiegend stickstofflose Nahrung genießen. Auch lagern die letzteren viel mehr Fett ab, als die ersteren. Hier wie überall gehen die Veränderungen des Geistes mit entsprechenden Umbildungen des Körpers Hand in Hand; beide sind durch rein materielle Ursachen bedingt. Ganz ebenso wie der Mensch, werden aber auch alle anderen Organismen durch die verschiedenen Einflüsse der Ernährung abgeändert und umgebildet. Ihnen Allen ist bekannt, daß wir ganz willkürlich die Form, Größe, Farbe u. s. w. bei unseren Culturpflanzen und Hausthieren durch Veränderung der Nahrung abändern können, daß wir z. B. einer Pflanze ganz bestimmte Eigenschaften nehmen oder geben können, je nachdem wir sie einem größeren oder geringeren Grade von Sonnenlicht und Feuchtigkeit aussetzen. Da diese Erscheinungen ganz allgemein verbreitet und bekannt sind, und wir sogleich zur Betrachtung der verschiedenen Anpassungsgesetze übergehen werden, wollen wir uns hier nicht länger bei den allgemeinen Thatsachen der Abänderung aufhalten.

Gleichwie die verschiedenen Vererbungsgesetze sich naturgemäß in die beiden Reihen der conservativen und der progressiven Vererbung sondern lassen, so kann man unter den Anpassungsgesetzen ebenfalls zwei verschiedene Reihen unterscheiden, nämlich erstens die Reihe der indirecten oder mittelbaren, und zweitens die Reihe der directen oder unmittelbaren Anpassungsgesetze. Letztere kann man auch als actualle, erstere als potentielle Anpassungsgesetze bezeichnen.

Die erste Reihe, welche die Erscheinungen der unmittelbaren oder indirecten (potentiellen) Anpassung umfaßt, ist im Ganzen bis jetzt sehr wenig berücksichtigt worden, und es bleibt das Verdienst Darwin's, auf diese Reihe von Veränderungen ganz besonders hingewiesen zu haben. Es ist etwas schwierig, diesen Gegenstand gehörig klar darzustellen; ich werde versuchen, Ihnen denselben nachher durch Beispiele deutlich zu machen. Ganz allgemein ausgedrückt besteht die indirecte oder potentielle Anpassung in der Thatfache, daß gewisse Veränderungen im Organismus, welche durch den Einfluß der Nahrung (im weitesten Sinne) und überhaupt der äußeren Existenzbedingungen bewirkt werden, nicht in der individuellen Formbeschaffenheit des betroffenen Organismus selbst, sondern in derjenigen seiner Nachkommen sich äußern und in die Erscheinung treten. So wird namentlich bei den Organismen, welche sich auf geschlechtlichem Wege fortpflanzen, das Reproductions-system oder der Geschlechtsapparat oft durch äußere Wirkungen, welche im Uebrigen den Organismus wenig berühren, dergestalt beeinflusst, daß die Nachkommenschaft desselben eine ganz veränderte Bildung zeigt. Sehr auffällig kann man das an den künstlich erzeugten Monstrositäten sehen. Man kann Monstrositäten oder Mißgeburten dadurch erzeugen, daß man den elterlichen Organismus einer bestimmten, außerordentlichen Lebensbedingung unterwirft. Diese ungewohnte Lebensbedingung erzeugt aber nicht eine Veränderung des Organismus selbst, sondern eine Veränderung seiner Nachkommen. Man kann das nicht als Vererbung bezeichnen, weil ja nicht eine im elterlichen Organismus vorhandene Eigenschaft als solche erblich auf die Nachkommen übertragen wird. Vielmehr tritt eine Abänderung, welche den elterlichen Organismus betraf, aber nicht wahrnehmbar afficirte, erst in der eigenthümlichen Bildung seiner Nachkommen wirksam zu Tage. Bloß der Anstoß zu dieser neuen Bildung wird durch das Ei der Mutter oder durch den Samenfaden des Vaters bei der Fortpflanzung übertragen. Die Neubildung ist im elterlichen Organismus bloß der Möglichkeit nach (potentia) vorhanden; im kindlichen wird sie zur Wirklichkeit (actu).

Während man diese sehr wichtige und sehr allgemeine Erscheinung bisher ganz vernachlässigt hatte, war man geneigt, alle wahrnehmbaren Abänderungen und Umbildungen der organischen Formen als Anpassungserscheinungen der zweiten Reihe zu betrachten, derjenigen der unmittelbaren oder directen (actuellen) Anpassung. Das Wesen dieser Anpassungsgesetze liegt darin, daß die den Organismus betreffende Veränderung (in der Ernährung u. s. w.) bereits in dessen eigener Umbildung und nicht erst in derjenigen seiner Nachkommen sich äußert. Hierher gehören alle die bekannten Erscheinungen, bei denen wir den umgestaltenden Einfluß des Klimas, der Nahrung, der Erziehung, Dressur u. s. w. unmittelbar an den betroffenen Individuen selbst in seiner Wirkung verfolgen können.

Wie die beiden Erscheinungsreihen der conservativen und der progressiven Vererbung trotz ihres principiellen Unterschiedes vielfach in einander greifen und sich gegenseitig modificiren, vielfach zusammenwirken und sich durchkreuzen, so gilt das in noch höherem Maße von den beiden entgegengesetzten und doch innig zusammenhängenden Erscheinungsreihen der indirecten und der directen Anpassung. Einige Naturforscher, namentlich Darwin und Carl Vogt, schreiben den indirecten oder potentiellen Anpassungen eine viel bedeutendere oder selbst eine fast ausschließliche Wirksamkeit zu. Die Mehrzahl der Naturforscher aber war bisher geneigt, umgekehrt das Hauptgewicht auf die Wirkung der directen oder actuellen Anpassungen zu legen. Ich halte diesen Streit vorläufig für ziemlich unnütz. Nur selten sind wir in der Lage, im einzelnen Abänderungsfalle beurtheilen zu können, wieviel davon auf Rechnung der directen, wieviel auf Rechnung der indirecten Anpassung kömmt. Wir kennen im Ganzen diese außerordentlich wichtigen und verwickelten Verhältnisse noch viel zu wenig, und können daher nur im Allgemeinen die Behauptung aufstellen, daß die Umbildung der organischen Formen entweder bloß der directen, oder bloß der indirecten, oder endlich drittens dem Zusammenwirken der directen und der indirecten Anpassung zuzuschreiben ist.

Behnter Vortrag. Anpassungsgesetze.

Gesetze der indirecten oder potentiellen Anpassung. Individuelle Anpassung. Konstrüve oder sprungweise Anpassung. Geschlechtliche oder sexuelle Anpassung. Gesetze der directen oder actuellen Anpassung. Allgemeine oder univervelle Anpassung. Gehäufte oder cumulative Anpassung. Gehäufte Einwirkung der äußeren Existenzbedingungen und gehäufte Gegenwirkung des Organismus. Der freie Wille. Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Uebung und Gewohnheit. Wechselzügliche oder correlative Anpassung. Wechselbeziehungen der Entwicklung. Correlation der Organe. Erklärung der indirecten oder potentiellen Anpassung durch die Correlation der Geschlechtsorgane und der übrigen Körpertheile. Abweichende oder divergente Anpassung. Unbeschränkte oder unendliche Anpassung.

Meine Herren! Die Erscheinungen der Anpassung oder Abänderung, welche in Verbindung und in Wechselwirkung mit den Vererbungsercheinungen die ganze unendliche Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenformen hervorbringen, hatten wir im letzten Vortrage in zwei verschiedene Gruppen gebracht, erstens die Reihe der indirecten oder potentiellen und zweitens die Reihe der directen oder actuellen Anpassungen. Wir wenden uns nun heute zu einer näheren Betrachtung der verschiedenen allgemeinen Gesetze, welche wir unter diesen beiden Reihen von Abänderungsercheinungen zu erkennen im Stande sind. Lassen Sie uns zunächst die merkwürdigen und sehr wichtigen, obwohl bisher sehr vernachlässigten Erscheinungen der indirecten oder mittelbaren Abänderung in's Auge fassen.

Die indirecte oder potentielle Anpassung äußert sich, wie Sie sich erinnern werden, in der auffallenden und äußerst wichtigen Thatsache, daß die organischen Individuen Umbildungen erleiden und neue Formen annehmen in Folge von Ernährungsveränderungen, welche nicht sie selbst, sondern ihren elterlichen Organismus betrafen. Der umgestaltende Einfluß der äußeren Existenzbedingungen, des Klimas, der Nahrung 2c. äußert hier seine Wirkung nicht direct, in der Umbildung des Organismus selbst, sondern indirect, in derjenigen seiner Nachkommen (Gen. Morph. II, 202).

Als das oberste und allgemeinste von den Gesetzen der indirecten Abänderung können wir das Gesetz der individuellen Anpassung hinstellen, nämlich den wichtigen Satz, daß alle organischen Individuen von Anbeginn ihrer individuellen Existenz an ungleich, wenn auch oft höchst ähnlich sind. Zum Beweis dieses Satzes können wir zunächst auf die Thatsache hinweisen, daß beim Menschen allgemein alle Geschwister, alle Kinder eines Elternpaares von Geburt an ungleich sind. Es wird Niemand behaupten, daß zwei Geschwister bei der Geburt noch vollkommen gleich sind, daß die Größe aller einzelnen Körperteile, die Zahl der Kopfs Haare, der Oberhautzellen, der Blutzellen in beiden Geschwistern ganz gleich sei, daß beide dieselben Anlagen und Talente mit auf die Welt gebracht haben. Ganz besonders beweisend für dieses Gesetz der individuellen Verschiedenheit ist aber die Thatsache, daß bei denjenigen Thieren, welche mehrere Junge werfen, z. B. bei den Hunden und Katzen, alle Jungen eines jeden Wurfes von einander verschieden sind, bald durch geringere, bald durch auffallendere Differenzen in der Größe, Färbung, Länge der einzelnen Körperteile, Stärke u. s. w. Nun gilt aber dieses Gesetz ganz allgemein. Alle organischen Individuen sind von Anfang an durch gewisse, wenn auch oft höchst feine Unterschiede ausgezeichnet und die Ursache dieser individuellen Unterschiede, wenn auch im Einzelnen und gewöhnlich ganz unbekannt, liegt theilweise oder ausschließlich in gewissen Einwirkungen, welche die Fortpflanzungsorgane des elterlichen Organismus erfahren haben.

Weniger wichtig und allgemein, als dieses Gesetz der individuellen Abänderung, ist ein zweites Gesetz der indirecten Anpassung, welches wir das Gesetz der monströsen oder sprungweisen Anpassung nennen wollen. Hier sind die Abweichungen des kindlichen Organismus von der elterlichen Form so auffallend, daß wir sie in der Regel als Mißgeburten oder Monstrositäten bezeichnen können. Diese werden in vielen Fällen, wie es durch Experimente nachgewiesen ist, dadurch erzeugt, daß man den elterlichen Organismus einer bestimmten Behandlung unterwirft, in eigenthümliche Ernährungsverhältnisse versetzt, z. B. Luft und Licht ihm entzieht oder andere auf seine Ernährung mächtig einwirkende Einflüsse in bestimmter Weise abändert. Die neue Existenzbedingung bewirkt eine starke und auffallende Abänderung der Gestalt, aber nicht an dem unmittelbar davon betroffenen Organismus, sondern erst an dessen Nachkommenschaft. Die Art und Weise dieser Einwirkung im Einzelnen zu erkennen, ist uns auch hier nicht möglich, und wir können nur ganz im Allgemeinen den ursächlichen Zusammenhang zwischen der monströsen Bildung des Kindes und einer gewissen Veränderung in den Existenzbedingungen seiner Eltern, sowie deren Einfluß auf die Fortpflanzungsorgane der letzteren, feststellen. In diese Reihe der monströsen oder sprungweisen Abänderungen gehören wahrscheinlich die früher erwähnten Erscheinungen des Albinismus, sowie die einzelnen Fälle von Menschen mit sechs Fingern und Zehen, von ungehörnten Hindern, sowie von Schafen und Ziegen mit vier oder sechs Hörnern. Wahrscheinlich verdankt in allen diesen Fällen die monströse Abänderung ihre Entstehung einer Ursache, welche zunächst nur das Reproductionsystem des elterlichen Organismus, das Ei der Mutter oder das Sperma des Vaters afficirte.

Als eine dritte eigenthümliche Aeußerung der indirecten Anpassung können wir das Gesetz der geschlechtlichen oder sexuellen Anpassung bezeichnen. So nennen wir die merkwürdige Thatsache, daß bestimmte Einflüsse, welche auf die männlichen Fortpflanzungsorgane einwirken, nur in der Formbildung der männlichen Nach-

kommen, und ebenso andere Einflüsse, welche die weiblichen Geschlechtsorgane betreffen, nur in der Gestaltveränderung der weiblichen Nachkommen ihre Wirkung äußern. Diese merkwürdige Erscheinung ist noch sehr dunkel und wenig beachtet, wahrscheinlich aber von großer Bedeutung für die Entstehung der früher betrachteten „secundären Sexualcharaktere“.

Alle die angeführten Erscheinungen der geschlechtlichen, der sprungweisen und der individuellen Anpassung, welche wir als „Gesetze der indirecten oder mittelbaren (potentiellen) Anpassung“, zusammenfassen können, sind uns in ihrem eigentlichen Wesen, in ihrem tieferen ursächlichen Zusammenhang noch äußerst wenig bekannt. Nur so viel läßt sich schon jetzt mit Sicherheit behaupten, daß sehr zahlreiche und wichtige Umbildungen der organischen Formen diesem Vorgange ihre Entstehung verdanken. Viele und auffallende Formveränderungen sind lediglich bedingt durch Ursachen, welche zunächst nur auf die Ernährung des elterlichen Organismus und zwar auf dessen Fortpflanzungsorgane einwirkten. Offenbar sind hierbei die wichtigen Wechselbeziehungen, in denen die Geschlechtsorgane zu den übrigen Körpertheilen stehen, von der größten Bedeutung. Von diesen werden wir sogleich bei dem Gesetze der wechselbezüglichen Anpassung noch mehr zu sagen haben. Wie mächtig überhaupt Veränderungen in den Lebensbedingungen, in der Ernährung auf die Fortpflanzung der Organismen einwirken, beweist allein schon die merkwürdige Thatsache, daß zahlreiche wilde Thiere, die wir in unseren zoologischen Gärten halten, und ebenso viele in unsere botanischen Gärten verpflanzte exotische Gewächse nicht mehr im Stande sind, sich fortzupflanzen, so z. B. die meisten Raubvögel, Papageyen und Affen. Auch der Elephant und die bärenartigen Raubthiere werfen in der Gefangenschaft fast niemals Junge. Ebenso werden viele Pflanzen im Culturzustand unfruchtbar. Es erfolgt zwar die Verbindung der beiden Geschlechter, aber keine Befruchtung oder keine Entwicklung der befruchteten Keime. Hieraus ergibt sich unzweifelhaft, daß die durch den Culturzustand veränderte Ernährungsweise

die Fortpflanzungsfähigkeit gänzlich aufzuheben, also den größten Einfluß auf die Geschlechtsorgane auszuüben im Stande ist. Ebenso können andere Anpassungen oder Ernährungsveränderungen des elterlichen Organismus zwar nicht den gänzlichen Ausfall der Nachkommenschaft, wohl aber bedeutende Umbildungen in deren Form veranlassen.

Viel bekannter als die Erscheinungen der indirecten oder potentiellen Anpassung sind diejenigen der directen oder actualen Anpassung, zu deren näherer Betrachtung wir uns jetzt wenden. Es gehören hierher alle diejenigen Abänderungen der Organismen, welche man als die Folgen der Uebung, Gewohnheit, Dressur, Erziehung u. s. w. betrachtet, ebenso diejenigen Umbildungen der organischen Formen, welche unmittelbar durch den Einfluß der Nahrung, des Klimas und anderer äußerer Existenzbedingungen bewirkt werden. Wie schon vorher bemerkt, tritt hier bei der directen oder unmittelbaren Anpassung der umbildende Einfluß der äußeren Ursache unmittelbar in der Form des betroffenen Organismus selbst, und nicht erst in derjenigen seiner Nachkommenschaft wirksam zu Tage (Gen. Morph. II, 207).

Unter den verschiedenen Gesetzen der directen oder actualen Anpassung können wir als das oberste und umfassendste das Gesetz der allgemeinen oder universellen Anpassung an die Spitze stellen. Dasselbe läßt sich kurz in dem Satze aussprechen: „Alle organischen Individuen werden im Laufe ihres Lebens durch Anpassung an verschiedene Lebensbedingungen einander ungleich, obwohl die Individuen einer und derselben Art sich meistens sehr ähnlich bleiben“. Eine gewisse Ungleichheit der organischen Individuen wurde, wie Sie sahen, schon durch das Gesetz der individuellen (indirecten) Anpassung bedingt. Allein diese ursprüngliche Ungleichheit der Einzelwesen wird späterhin dadurch noch gesteigert, daß jedes Individuum sich während seines selbstständigen Lebens seinen eigenthümlichen Existenzbedingungen unterwirft und anpaßt. Alle verschiedenen Einzelwesen einer jeden Art, so ähnlich sie in ihren ersten

Lebensstadien auch sein mögen, werden im weiteren Verlaufe der Existenz einander mehr oder minder ungleich. In geringeren oder bedeutenderen Eigenthümlichkeiten entfernen sie sich von einander, und das ist eine natürliche Folge der verschiedenen Bedingungen, unter denen alle Individuen leben. Es giebt nicht zwei einzelne Wesen irgend einer Art, die unter ganz gleichen äußeren Umständen ihr Leben vollbringen. Die Lebensbedingungen der Nahrung, der Feuchtigkeit, der Luft, des Lichts, ferner die Lebensbedingungen der Gesellschaft, die Wechselbeziehungen zu den umgebenden Individuen derselben Art und anderer Arten, sind bei allen Einzelwesen verschieden; und diese Verschiedenheit wirkt zunächst auf die Functionen, weiterhin auf die Formen jedes einzelnen Organismus umbildend ein. Wenn Geschwister einer menschlichen Familie schon von Anfang an gewisse individuelle Ungleichheiten zeigen, die wir als Folge der individuellen (indirecten) Anpassung betrachten können, so erscheinen uns dieselben noch weit mehr verschieden in späterer Lebenszeit, wo die einzelnen Geschwister verschiedene Erfahrungen durchgemacht, und sich verschiedenen Lebensverhältnissen angepaßt haben. Die ursprünglich angelegte Verschiedenheit des individuellen Entwicklungsganges wird offenbar um so größer, je länger das Leben dauert, je mehr verschiedenartige äußere Bedingungen auf die einzelnen Individuen Einfluß erlangen. Das können Sie am einfachsten an den Menschen selbst, sowie an den Hausthieren und Culturpflanzen nachweisen, bei denen Sie willkürlich die Lebensbedingungen modificiren können. Zwei Brüder, von denen der eine zum Arbeiter, der andere zum Priester erzogen wird, entwickeln sich in körperlicher und geistiger Beziehung ganz verschieden; ebenso zwei Hunde eines und desselben Wurfs, von denen der eine zum Jagdhund, der andere zum Kettenhund erzogen wird. Dasselbe gilt aber auch von den organischen Individuen im Naturzustande. Wenn Sie z. B. in einem Kiefern- oder in einem Buchenwalde, der bloß aus Bäumen einer einzigen Art besteht, sorgfältig alle Bäume mit einander vergleichen, so finden Sie allemal, daß von allen hundert oder tausend Bäumen nicht

zwei Individuen in der Größe des Stammes und der einzelnen Theile, in der Zahl der Zweige, Blätter, Früchte u. s. w. völlig übereinstimmen. Ueberall finden Sie individuelle Ungleichheiten, welche zum Theil wenigstens bloß die Folge der verschiedenen Lebensbedingungen sind, unter denen sich alle Bäume entwickelten. Freilich läßt sich niemals mit Bestimmtheit sagen, wieviel von dieser Ungleichheit aller Einzelwesen jeder Art ursprünglich (durch die indirecte individuelle Anpassung bedingt), wieviel davon erworben (durch die directe universelle Anpassung bewirkt) sein mag.

Nicht minder wichtig und allgemein als die universelle Anpassung ist eine zweite Erscheinungsreihe der directen Anpassung, welche wir das Gesetz der gehäuften oder cumulativen Anpassung nennen können. Unter diesem Namen fasse ich eine große Anzahl von sehr wichtigen Erscheinungen zusammen, die man gewöhnlich in zwei ganz verschiedene Gruppen bringt. Man unterscheidet in der Regel erstens solche Veränderungen der Organismen, welche unmittelbar durch den anhaltenden Einfluß äußerer Bedingungen (durch die dauernde Einwirkung der Nahrung, des Klimas, der Umgebung u. s. w.) erzeugt werden, und zweitens solche Veränderungen, welche durch Gewohnheit und Übung, durch Angewöhnung an bestimmte Lebensbedingungen, durch Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe entstehen. Diese letzteren Einflüsse sind insbesondere von Lamarck als wichtige Ursachen der Umbildung der organischen Formen hervorgehoben, während man die ersteren schon sehr lange in weiteren Kreisen als solche anerkannt hat.

Die scharfe Unterscheidung, welche man zwischen diesen beiden Gruppen der gehäuften oder cumulativen Anpassung gewöhnlich macht, und welche auch Darwin noch sehr hervorhebt, verschwindet, sobald man eingehender und tiefer über das eigentliche Wesen und den urächlichen Grund der beiden scheinbar sehr verschiedenen Anpassungsreihen nachdenkt. Man gelangt dann zu der Ueberzeugung, daß man es in beiden Fällen immer mit zwei verschiedenen wirkenden Ursachen zu thun hat, nämlich einerseits mit der äußeren Einwirkung

oder Action der anpassend wirkenden Lebensbedingung, und andererseits mit der inneren Gegenwirkung oder Reaction des Organismus, welcher sich jener Lebensbedingung unterwirft und anpaßt. Wenn man die gehäufte Anpassung in ersterer Hinsicht für sich betrachtet, indem man die umbildenden Wirkungen der andauernden äußeren Existenzbedingungen auf diese letzteren allein bezieht, so legt man einseitig das Hauptgewicht auf die äußere Einwirkung, und man vernachlässigt die nothwendig eintretende innere Gegenwirkung des Organismus. Wenn man umgekehrt die gehäufte Anpassung einseitig in der zweiten Richtung verfolgt, indem man die umbildende Selbstthätigkeit des Organismus, seine Gegenwirkung gegen den äußeren Einfluß, seine Veränderung durch Uebung, Gewohnheit, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe hervorhebt, so vergißt man, daß diese Gegenwirkung oder Reaction erst durch die Einwirkung der äußeren Existenzbedingung hervorgerufen wird. Es ist also nur ein Unterschied der Betrachtungsweise, auf welchem die Unterscheidung jener beiden verschiedenen Gruppen beruht, und ich glaube, daß man sie mit vollem Rechte zusammenfassen kann. Das Wesentlichste bei diesen gehäuften Anpassungserscheinungen ist immer, daß die Veränderung des Organismus, welche zunächst in seiner Function und weiterhin in seiner Formbildung sich äußert, entweder durch lange andauernde oder durch oft wiederholte Einwirkungen einer äußeren Ursache veranlaßt wird. Die kleinste Ursache kann durch Häufung oder Cumulation ihrer Wirkung die größten Erfolge erzielen.

Die Beispiele für diese Art der directen Anpassung sind unendlich zahlreich. Wo Sie nur hineingreifen in das Leben der Thiere und Pflanzen, finden Sie überall einleuchtende und überzeugende Veränderungen dieser Art vor Augen. Wir wollen hier zunächst einige durch die Nahrung selbst unmittelbar bedingte Anpassungserscheinungen hervorheben. Jeder von Ihnen weiß, daß man die Hausthiere, die man für gewisse Zwecke züchtet, verschieden umbilden kann durch die verschiedene Quantität und Qualität der Nahrung, welche man ihnen darreicht. Wenn der Landwirth bei der Schafzucht seine Wolle

erzeugen will, so giebt er den Schafen anderes Futter, als wenn er gutes Fleisch oder reichliches Fett erzielen will. Die außerlesenen Hengstpferde und Lugsüspferde erhalten besseres Futter, als die schweren Lastpferde und Karrengaul. Die Körperform des Menschen selbst, der Grad der Fettablagerung z. B., ist ganz verschieden nach der Nahrung. Bei stickstoffreicher Kost wird wenig, bei stickstoffarmer Kost viel Fett abgelagert. Leute, die mit Hilfe der neuerdings beliebten Wanting-Cur mager werden wollen, essen nur Fleisch und Eier, kein Brod, keine Kartoffeln. Welche bedeutenden Veränderungen man an Culturpflanzen hervorbringen kann, lediglich durch veränderte Quantität und Qualität der Nahrung, ist allbekannt. Dieselbe Pflanze erhält ein ganz anderes Aussehen, wenn man sie an einem trockenen, warmen Ort dem Sonnenlicht ausgesetzt hält, oder wenn man sie an einer kühlen, feuchten Stelle im Schatten hält. Viele Pflanzen bekommen, wenn man sie an den Meeresstrand versetzt, nach einiger Zeit dicke, fleischige Blätter; und dieselben Pflanzen, an ausnehmend trockene und heiße Standorte versetzt, bekommen dünne, behaarte Blätter. Alle diese Formveränderungen entstehen unmittelbar durch den gehäuften Einfluß der veränderten Nahrung.

Aber nicht nur die Quantität und Qualität der Nahrungsmittel wirkt mächtig verändernd und umbildend auf den Organismus ein, sondern auch alle anderen äußeren Existenzbedingungen, vor Allen die nächste organische Umgebung, die Gesellschaft von freundlichen oder feindlichen Organismen. Ein und derselbe Baum entwickelt sich ganz verschieden an einem offenen Standort, wo er von allen Seiten frei steht, als im Walde, wo er sich den Umgebungen anpassen muß, wo er ringsum von den nächsten Nachbarn gedrängt und zum Emporschießen gezwungen wird. Im ersten Fall wird die Krone weit ausgebreitet, im lezten dehnt sich der Stamm in die Höhe und die Krone bleibt klein und gedrungen. Wie mächtig alle diese Umstände, wie mächtig der feindliche oder freundliche Einfluß der umgebenden Organismen, der Parasiten u. s. w. auf jedes Thier und jede Pflanze einwirken, ist so bekannt, daß eine Anführung weiterer Beispiele

überflüssig erscheint. Die Veränderung der Form, die Umbildung, welche dadurch bewirkt wird, ist niemals bloß die unmittelbare Folge des äußeren Einflusses, sondern muß immer zurückgeführt werden auf die entsprechende Gegenwirkung, auf die Selbstthätigkeit des Organismus, die man als Angewöhnung, Uebung, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe bezeichnet. Daß man diese letzteren Erscheinungen in der Regel getrennt von der ersteren betrachtete, liegt erstens an der schon hervorgehobenen einseitigen Betrachtungsweise, und dann zweitens daran, daß man sich eine ganz falsche Vorstellung von dem Wesen und dem Einfluß der Willensthätigkeit bei den Thieren gebildet hatte.

Die Thätigkeit des Willens, welche der Angewöhnung, der Uebung, dem Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe bei den Thieren zu Grunde liegt, ist gleich jeder anderen Thätigkeit der thierischen Seele durch materielle Vorgänge im Centralnervensystem bedingt, durch eigenthümliche Bewegungen, welche von der eitweißartigen Materie der Ganglienzellen und der mit ihnen verbundenen Nervenfasern ausgehen. Der Wille der höheren Thiere ist in dieser Beziehung, ebenso wie die übrigen Geistesthätigkeiten, von denjenigen des Menschen nur quantitativ (nicht qualitativ) verschieden. Der Wille des Thieres, wie des Menschen ist niemals frei. Das weitverbreitete Dogma von der Freiheit des Willens ist naturwissenschaftlich durchaus nicht haltbar. Jeder Physiologe, der die Erscheinungen der Willensthätigkeit bei Menschen und Thieren naturwissenschaftlich untersucht, kommt mit Nothwendigkeit zu der Ueberzeugung, daß der Wille eigentlich niemals frei, sondern stets durch äußere oder innere Einflüsse bedingt ist. Diese Einflüsse sind größtentheils Vorstellungen, die entweder durch Anpassung oder durch Vererbung erworben, und auf eine von diesen beiden physiologischen Functionen zurückführbar sind. Sobald man seine eigene Willensthätigkeit streng untersucht, ohne das herkömmliche Vorurtheil von der Freiheit des Willens, so wird man gewahr, daß jede scheinbar freie Willenshandlung bewirkt wird durch vorhergehende Vorstellungen, die entweder

in ererbten oder in andertweitig erworbenen Vorstellungen wurzeln, und in letzter Linie also wiederum durch Anpassungs- oder Vererbungs-gesetze bedingt sind. Dasselbe gilt von der Willenshätigkeit aller Thiere. Sobald man diese eingehend im Zusammenhang mit ihrer Lebensweise betrachtet, und in ihrer Beziehung zu den Veränderungen, welche die Lebensweise durch die äußeren Bedingungen erfährt, so überzeugt man sich alsbald, daß eine andere Auffassung nicht möglich ist. Daher müssen auch die Veränderungen der Willensbewegung, welche aus veränderter Ernährung folgen, und welche als Uebung, Gewohnheit u. s. w. umbildend wirken, unter jene materiellen Vorgänge der gehäuften Anpassung gerechnet werden.

Indem sich der thierische Wille den veränderten Existenzbedingungen durch andauernde Gewöhnung, Uebung u. s. w. anpaßt, vermag er die bedeutendsten Umbildungen der organischen Formen zu bewirken. Mannigfaltige Beispiele hierfür sind überall im Thierleben zu finden. So verkümmern z. B. bei den Hausthieren manche Organe, indem sie in Folge der veränderten Lebensweise außer Thätigkeit treten. Die Enten und Hühner, welche im wilden Zustande ausgezeichnet fliegen, verlernen diese Bewegung mehr oder weniger im Culturzustande. Sie gewöhnen sich daran, mehr ihre Beine, als ihre Flügel zu gebrauchen, und in Folge davon werden die dabei gebrauchten Theile der Muskulatur und des Skelets in ihrer Ausbildung und Form wesentlich verändert. Für die verschiedenen Rassen der Hausente, welche alle von der wilden Ente (*Anas boschas*) abstammen, hat dies Darwin durch eine sehr sorgfältige vergleichende Messung und Wägung der betreffenden Skelettheile nachgewiesen. Die Knochen des Flügels sind bei der Hausente schwächer, die Knochen des Beines dagegen umgekehrt stärker entwickelt, als bei der wilden Ente. Bei den Straußen und anderen Laufvögeln, welche sich das Fliegen gänzlich abgewöhnt haben, ist in Folge dessen der Flügel ganz verkümmert, zu einem völlig „rudimentären Organ“ herabgesunken (S. 10). Bei vielen Hausthieren, insbesondere bei vielen Rassen von Hunden und Kaninchen bemerken Sie ferner, daß dieselben durch den Cultur-

zustand herabhängende Ohren bekommen haben. Dies ist einfach eine Folge des verminderten Gebrauchs der Ohrmuskeln. Im wilden Zustande müssen diese Thiere ihre Ohren gehörig anstrengen, um einen nahenden Feind zu bemerken, und es hat sich dadurch ein starker Muskelapparat entwickelt, welcher die äußeren Ohren in aufrechter Stellung erhält, und nach allen Richtungen dreht. Im Culturzustande haben dieselben Thiere nicht mehr nöthig, so aufmerksam zu lauschen; sie spizen und drehen die Ohren nur wenig; die Ohrmuskeln kommen außer Gebrauch, verkümmern allmählich, und die Ohren sinken nun schlaff herab oder werden rudimentär.

Wie in diesen Fällen die Function und dadurch auch die Form des Organs durch Nichtgebrauch rückgebildet wird, so wird dieselbe andrerseits durch stärkeren Gebrauch mehr entwickelt. Dies tritt uns besonders deutlich entgegen, wenn wir das Gehirn und die dadurch bewirkten Seelenthätigkeiten bei den wilden Thieren und den Hausthieren, welche von ihnen abstammen, vergleichen. Insbesondere der Hund und das Pferd, welche in so erstaunlichem Maße durch die Cultur veredelt sind, zeigen im Vergleiche mit ihren wilden Stammverwandten einen außerordentlichen Grad von Ausbildung der Geistes-thätigkeit, und offenbar ist die damit zusammenhängende Umbildung des Gehirns größtentheils durch die andauernde Uebung bedingt. Unbekannt ist es ferner, wie schnell und mächtig die Muskeln durch anhaltende Uebung wachsen und ihre Form verändern. Vergleichen Sie z. B. Arme und Beine eines geübten Turners mit denjenigen eines unbeweglichen Stubensigers.

Wie mächtig äußere Einflüsse die Gewohnheiten der Thiere, ihre Lebensweise beeinflussen und dadurch weiterhin auch ihre Form umbilden, zeigen sehr auffallend manche Beispiele von Amphibien und Reptilien. Unsere häufigste einheimische Schlange, die Ringelnatter, legt Eier, welche zu ihrer Entwicklung noch drei Wochen brauchen. Wenn man sie aber in Gefangenschaft hält und in den Käfig keinen Sand streut, so legt sie die Eier nicht ab, sondern behält sie bei sich, so lange bis die Jungen entwickelt sind. Der Unterschied zwischen

lebendig gebärenden Thieren und solchen, die Eier legen, wird hier einfach durch die Veränderung des Bodens, auf welchem das Thier lebt, verwischt.

Außerordentlich interessant sind in dieser Beziehung auch die Wassermolche oder Tritonen, welche man gezwungen hat, ihre ursprünglichen Kiemen beizubehalten. Die Tritonen, Amphibien, welche den Fröschen nahe verwandt sind, besitzen gleich diesen in ihrer Jugend äußere Athmungsorgane, Kiemen, mit welchen sie, im Wasser lebend, Wasser athmen. Später tritt bei den Tritonen eine Metamorphose ein, wie bei den Fröschen. Sie gehen auf das Land, verlieren die Kiemen und gewöhnen sich an das Lungenathmen. Wenn man sie nun daran verhindert, indem man sie in einem geschlossenen Wasserbecken hält, so verlieren sie die Kiemen nicht. Diese bleiben vielmehr bestehen, und der Wassermolch verharrt zeitlebens auf jener niederen Ausbildungsstufe, welche seine tiefer stehenden Verwandten, die Kiemenmolche oder Sozobranchien niemals überschreiten. Der Wassermolch erreicht seine volle Größe, wird geschlechtsreif und pflanzt sich fort, ohne die Kiemen zu verlieren.

Großes Aufsehen erregte unter den Zoologen vor Kurzem der *Xolotel* (*Siredon pisciformis*), ein dem Triton nahe verwandter Kiemenmolch aus Mexico, welchen man schon seit langer Zeit kennt, und in den letzten Jahren im Pariser Pflanzengarten im Großen gezüchtet hat. Dieses Thier hat auch äußere Kiemen, wie der Wassermolch, behält aber dieselben gleich allen anderen Sozobranchien zeitlebens bei. Für gewöhnlich bleibt dieser Kiemenmolch mit seinen Wasserathmungsorganen im Wasser und pflanzt sich hier auch fort. Nun krochen aber plötzlich im Pflanzengarten unter Hunderten dieser Thiere eine geringe Anzahl aus dem Wasser auf das Land, verloren ihre Kiemen, und verwandelten sich in eine kiemenlose Molchform, welche von einer nordamerikanischen Tritonengattung (*Amblystoma*) nicht mehr zu unterscheiden ist, und nur noch durch Lungen athmet. In diesem letzten höchst merkwürdigen Falle können wir unmittelbar den großen Sprung von einem wasserathmenden zu einem luftath-

menden Thiere verfolgen, ein Sprung, der allerdings bei der individuellen Entwicklungsgeschichte der Frösche und Salamander in jedem Frühling beobachtet werden kann. Ebenso aber, wie jeder einzelne Frosch und jeder einzelne Salamander aus dem ursprünglich kiemenathmenden Amphibium späterhin in ein lungenathmendes sich verwandelt, so ist auch die ganze Gruppe der Frösche und Salamander ursprünglich aus kiemenathmenden, dem Siredon verwandten Thieren entstanden. Die Sozobranchien sind noch bis auf den heutigen Tag auf jener niederen Stufe stehen geblieben. Die Ontogenie erläutert auch hier die Phylogenie, die Entwicklungsgeschichte der Individuen diejenige der ganzen Gruppe (S. 10).

An die gehäufte oder cumulative Anpassung schließt sich als eine dritte Erscheinung der directen oder actualen Anpassung das Gesetz der wechselbezüglichen oder correlativen Anpassung an. Nach diesem wichtigen Gesetze werden durch die actualle Anpassung nicht nur diejenigen Theile des Organismus abgeändert, welche unmittelbar durch die äußere Einwirkung betroffen werden, sondern auch andere, nicht unmittelbar davon berührte Theile. Dies ist eine Folge des organischen Zusammenhangs, und namentlich der einheitlichen Ernährungsverhältnisse, welche zwischen allen Theilen jedes Organismus bestehen. Wenn z. B. bei einer Pflanze durch Befestigung an einen trockenen Standort die Behaarung der Blätter zunimmt, so wirkt diese Veränderung auf die Ernährung anderer Theile zurück, und kann eine Verkürzung der Stengelglieder und somit eine gedrungenere Form der ganzen Pflanze zur Folge haben. Bei einigen Rassen von Schweinen und Hunden, z. B. bei dem türkischen Hunde, welche durch Anpassung an ein wärmeres Klima ihre Behaarung mehr oder weniger verloren, wurde zugleich das Gebiß zurückgebildet. So zeigen auch die Walfische und die Edentaten (Schuppenthiere, Gürtelthiere etc.), welche sich durch ihre eigenthümliche Hautbedeckung am meisten von den übrigen Säugethieren entfernt haben, die größten Abweichungen in der Bildung des Gebißes. Ferner bekommen solche Rassen von Hausthieren (z. B. Rindern, Schweinen), bei denen

sich die Beine verkürzen, in der Regel auch einen kurzen und gedrun- genen Kopf. So zeichnen sich u. a. die Taubenrassen, welche die läng- sten Beine haben, zugleich auch durch die längsten Schnäbel aus. Dieselbe Wechselbeziehung zwischen der Länge der Beine und des Schnabels zeigt sich ganz allgemein in der Ordnung der Stelzvögel (Grallatores), beim Storch, Kranich, der Schnepfe u. s. w. Die Wechselbeziehungen, welche in dieser Weise zwischen verschiedenen Thei- len des Organismus bestehen, sind äußerst merkwürdig, und im Ein- zeln ihrer Ursache nach uns unbekannt. Im Allgemeinen können wir natürlich sagen: die Ernährungsveränderungen, die einen einzel- nen Theil betreffen, müssen nothwendig auf die übrigen Theile zurück- wirken, weil die Ernährung eines jeden Organismus eine zusammen- hängende, centralisirte Thätigkeit ist. Allein warum nun gerade die- ser oder jener Theil in dieser merkwürdigen Wechselbeziehung zu einem andern steht, ist uns in den meisten Fällen ganz unbekannt. Wir kennen eine große Anzahl solcher Wechselbeziehungen in der Bildung, namentlich bei den früher bereits erwähnten Abänderungen der Thiere und Pflanzen, die sich durch Pigmentmangel auszeichnen, den Albinos oder Katerlaken. Der Mangel des gewöhnlichen Farbestoffes bedingt hier gewisse Veränderungen in der Bildung anderer Theile, z. B. des Muskelsystems, des Knochensystems, also organischer Systeme, die zunächst gar nicht mit dem System der äußeren Haut zusammenhän- gen. Sehr häufig sind diese schwächer entwickelt und daher der ganze Körperbau zarter und schwächer, als bei den gefärbten Thieren dersel- ben Art. Ebenso werden auch die Sinnesorgane und das Nerven- system durch diesen Pigmentmangel eigenthümlich afficirt. Weiße Rassen mit blauen Augen sind fast immer taub. Die Schimmel zeichnen sich vor den gefärbten Pferden durch die besondere Neigung zur Bildung sarcomatöser Geschwülste aus. Auch beim Menschen ist der Grad der Pigmententwicklung in der äußeren Haut vom größten Einflusse auf die Empfänglichkeit des Organismus für ge- wisse Krankheiten, so daß z. B. Europäer mit dunkler Hautfarbe, schwarzen Haaren und braunen Augen sich leichter in den Tropen-

gegenden afflimatiziren, und viel weniger den dort herrschenden Krankheiten (Leberentzündungen, gelbem Fieber u. s. w.) unterworfen sind, als Europäer mit heller Hautfarbe, blondem Haar und blauen Augen. (Vergl. oben S. 134.)

Vorzugsweise merkwürdig sind unter diesen Wechselbeziehungen der Bildung verschiedener Organe diejenigen, welche zwischen den Geschlechtsorganen und den übrigen Theilen des Körpers bestehen. Keine Veränderung eines Theiles wirkt so mächtig zurück auf die übrigen Körpertheile, als eine bestimmte Behandlung der Geschlechtsorgane. Die Landwirthe, welche bei Schweinen, Schafen u. s. w. reichliche Fettbildung erzielen wollen, entfernen die Geschlechtsorgane durch Heraus schneiden (Castration), und zwar geschieht dies bei Thieren beiderlei Geschlechts. In Folge davon tritt übermäßige Fettentwicklung ein. Dasselbe thut auch Seine Heiligkeit, der „unfehlbare“ Papst, bei den Castraten, welche in der Peterskirche zu Ehren Gottes singen müssen. Diese Unglücklichen werden in früher Jugend castrirt, damit sie ihre hohen Knabenstimmen beibehalten. In Folge dieser Verstümmelung der Genitalien bleibt der Kehlkopf auf der jugendlichen Entwicklungsstufe stehen. Zugleich bleibt die Muskulatur des ganzen Körpers schwach entwickelt, während sich unter der Haut reichliche Fettmengen ansammeln. Aber auch auf die Ausbildung des Centralnervensystems, der Willensenergie u. s. w. wirkt jene Verstümmelung mächtig zurück, und es ist bekannt, daß die menschlichen Castraten oder Eunuchen ebenso wie die castrirten männlichen Hausthiere des bestimmten psychischen Charakters, welcher das männliche Geschlecht auszeichnet, gänzlich entbehren. Der Mann ist eben Leib und Seele nach nur Mann durch seine männliche Generationsdrüse.

Diese äußerst wichtigen und einflussreichen Wechselbeziehungen zwischen den Geschlechtsorganen und den übrigen Körpertheilen, vor allem dem Gehirn, finden sich in gleicher Weise bei beiden Geschlechtern. Es läßt sich dies schon von vornherein deshalb erwarten, weil bei den meisten Thieren die beiderlei Organe aus gleicher Grundlage sich entwickeln und anfänglich nicht verschieden sind. Beim Menschen,

wie bei allen übrigen Wirbelthieren, sind in der ursprünglichen Anlage des Keims die männlichen und weiblichen Organe völlig gleich, und erst allmählich entstehen im Laufe der embryonalen Entwicklung (beim Menschen in der neunten Woche seines Embryonallebens) die Unterschiede der beiden Geschlechter, indem eine und dieselbe Sexualdrüse beim Weibe zum Eierstock, beim Manne zum Testikel wird. Jede Veränderung des weiblichen Eierstocks äußert daher eine nicht minder bedeutende Rückwirkung auf den gesammten weiblichen Organismus, wie jede Veränderung des Testikels auf den männlichen Organismus. Die Wichtigkeit dieser Wechselbeziehung hat Virchow in seinem vorzüglichen Aufsatz „das Weib und die Zelle“ mit folgenden Worten ausgesprochen: „Das Weib ist eben Weib nur durch seine Generationsdrüse; alle Eigenthümlichkeiten seines Körpers und Geistes oder seiner Ernährung und Nerventhätigkeit: die süße Zartheit und Rundung der Glieder bei der eigenthümlichen Ausbildung des Beckens, die Entwicklung der Brüste bei dem Stehenbleiben der Stimmorgane, jener schöne Schmuck des Kopfhaares bei dem kaum merklichen, weichen Flaum der übrigen Haut, und dann wiederum diese Tiefe des Gefühls, diese Wahrheit der unmittelbaren Anschauung, diese Sanftmuth, Hingebung und Treue — kurz, Alles, was wir an dem wahren Weibe Weibliches bewundern und verehren, ist nur eine Dependenz des Eierstocks. Man nehme den Eierstock hinweg, und das Mannweib in seiner häßlichsten Halbheit steht vor uns.“

Dieselbe innige Correlation oder Wechselbeziehung zwischen den Geschlechtsorganen und den übrigen Körpertheilen findet sich auch bei den Pflanzen ebenso allgemein wie bei den Thieren vor. Wenn man bei einer Gartenpflanze reichlichere Früchte zu erzielen wünscht, beschränkt man den Blätterwuchs durch Abschneiden eines Theils der Blätter. Wünscht man umgekehrt eine Zierpflanze mit einer Fülle von großen und schönen Blättern zu erhalten, so verhindert man die Blüten- und Fruchtbildung durch Abschneiden der Blütenknospen. In beiden Fällen entwickelt sich das eine Organsystem auf Kosten des anderen. So ziehen auch die meisten Abänderungen der vegetativen

Blattbildung bei den wilden Pflanzen eine entsprechende Umbildung in den generativen Blüthentheilen nach sich. Die hohe Bedeutung dieser „Compensation der Entwicklung“, dieser „Correlation der Theile“ ist bereits von Goethe, von Geoffroy S. Hilaire und von anderen Naturphilosophen hervorgehoben worden. Sie beruht wesentlich darauf, daß die directe oder actuelle Anpassung keinen einzigen Körpertheil wesentlich verändern kann, ohne zugleich auf den ganzen Organismus einzuwirken.

Die correlative Anpassung der Fortpflanzungsorgane und der übrigen Körpertheile verdient deshalb eine ganz besondere Berücksichtigung, weil sie vor allen geeignet ist, ein erklärendes Licht auf die vorher betrachteten dunkeln und räthselhaften Erscheinungen der indirecten oder potentiellen Anpassung zu werfen. Denn ebenso wie jede Veränderung der Geschlechtsorgane mächtig auf den übrigen Körper zurückwirkt, so muß natürlich umgekehrt auch jede eingreifende Veränderung eines anderen Körpertheils mehr oder weniger auf die Generationsorgane zurückwirken. Diese Rückwirkung wird sich aber erst in der Bildung der Nachkommenschaft, welche aus den veränderten Generationstheilen entsteht, wahrnehmbar äußern. Gerade jene merkwürdigen, aber unmerklichen und an sich ungeheuer geringfügigen Veränderungen des Genitalsystems, der Eier und des Sperma, welche durch solche Wechselbeziehungen hervorgebracht werden, sind vom größten Einflusse auf die Bildung der Nachkommenschaft, und alle vorher erwähnten Erscheinungen der indirecten oder potentiellen Anpassung können schließlich auf die wechselbezügliche Anpassung zurückgeführt werden.

Eine weitere Reihe von ausgezeichneten Beispielen der correlativen Anpassung liefern die verschiedenen Thiere und Pflanzen, welche durch das Schmarogerleben oder den Parasitismus rückgebildet sind. Keine andere Veränderung der Lebensweise wirkt so bedeutend auf die Formbildung der Organismen ein, wie die Angewöhnung an das Schmarogerleben. Pflanzen verlieren dadurch ihre grünen Blätter, wie z. B. unsere einheimischen Schmarogerpflanzen: Orobanche, La-

thraea, Monotropa. Thiere, welche ursprünglich selbstständig und frei gelebt haben, dann aber eine parasitische Lebensweise auf andern Thieren oder auf Pflanzen annehmen, geben zunächst die Thätigkeit ihrer Bewegungsorgane und ihrer Sinnesorgane auf. Der Verlust der Thätigkeit zieht aber den Verlust der Organe, durch welche sie bewirkt wurde, nach sich, und so finden wir z. B. viele Krebsthiere oder Crustaceen, die in der Jugend einen ziemlich hohen Organisationsgrad, Beine, Fühlhörner und Augen besaßen, im Alter als Parasiten vollkommen degenerirt wieder, ohne Augen, ohne Bewegungswerkzeuge und ohne Fühlhörner. Aus der munteren, beweglichen Jugendform ist ein unförmlicher, unbeweglicher Klumpen geworden. Nur die nöthigsten Ernährungs- und Fortpflanzungsorgane sind noch in Thätigkeit. Der ganze übrige Körper ist rückgebildet. Offenbar sind diese tiefgreifenden Umbildungen größtentheils directe Folgen der gehäuften oder cumulativen Anpassung, des Nichtgebrauchs und der mangelnden Uebung der Organe; aber zum großen Theile kommen dieselben sicher auch auf Rechnung der wechselbezüglichen oder correlativen Anpassung. (Vergl. Taf. X und XI, S. 487).

Ein siebentes Anpassungsgesetz, das vierte in der Gruppe der directen Anpassungen, ist das Gesetz der abweichenden oder divergenten Anpassung. Wir verstehen darunter die Erscheinung, daß ursprünglich gleichartig angelegte Theile sich durch den Einfluß äußerer Bedingungen in verschiedener Weise ausbilden. Dieses Anpassungsgesetz ist ungemein wichtig für die Erklärung der Arbeitstheilung oder des Polymorphismus. An uns selbst können wir es sehr leicht erkennen, z. B. in der Thätigkeit unserer beiden Hände. Die rechte Hand wird gewöhnlich von uns an ganz andere Arbeiten gewöhnt, als die linke; es entsteht in Folge der abweichenden Beschäftigung auch eine verschiedene Bildung der beiden Hände. Die rechte Hand, welche man gewöhnlich viel mehr braucht, als die linke, zeigt stärker entwickelte Nerven, Muskeln und Knochen. Dasselbe gilt auch vom ganzen Arm. Knochen und Fleisch des rechten Arms sind bei den meisten Menschen in Folge stärkeren Gebrauchs stärker und

schwerer als die des linken Arms. Da nun aber der bevorzugte Gebrauch des rechten Arms bei der mittelländischen Menschenart (S. 604) schon seit Jahrtausenden eingebürgert und vererbt ist, so ist auch die stärkere Form und Größe des rechten Arms bereits erblich geworden. Der treffliche holländische Naturforscher P. Harting hat durch Messung und Wägung an Neugeborenen gezeigt, daß auch bei diesen bereits der rechte Arm den linken übertrifft.

Nach demselben Gesetze der divergenten Anpassung sind auch häufig die beiden Augen verschieden entwickelt. Wenn man sich z. B. als Naturforscher gewöhnt, immer nur mit dem einen Auge (am besten mit dem linken) zu mikroskopiren, und mit dem andern nicht, so erlangt das eine Auge eine ganz andere Beschaffenheit, als das andere, und diese Arbeitstheilung ist von großem Vortheil. Das eine Auge wird kurzsichtiger, geeigneter für das Sehen in die Nähe, das andere Auge weitsichtiger, schärfer für den Blick in die Ferne. Wenn man dagegen abwechselnd mit beiden Augen mikroskopirt, so erlangt man nicht auf dem einen Auge den Grad der Kurzsichtigkeit, auf dem andern den Grad der Weitsichtigkeit, welchen man durch eine weise Vertheilung dieser verschiedenen Gesichtsfunctionen auf beide Augen erreicht. Zunächst wird auch hier wieder durch die Gewohnheit die Function, die Thätigkeit der ursprünglich gleich gebildeten Organe ungleich, divergent; allein die Function wirkt wiederum auf die Form des Organs zurück, und daher finden wir bei einer längeren Dauer jenes Einflusses eine Veränderung in den feineren Formbestandtheilen und in den Wachsthumverhältnissen der abweichenden Theile, die zuletzt auch in den gröberen Umrißen erkennbar wird.

Unter den Pflanzen können wir die abweichende oder divergente Anpassung besonders bei den Schlinggewächsen sehr leicht wahrnehmen. Aeste einer und derselben Schlingpflanze, welche ursprünglich gleichartig angelegt sind, erhalten eine ganz verschiedene Form und Ausdehnung, einen ganz verschiedenen Krümmungsgrad und Durchmesser der Spiralwindung, je nachdem sie um einen dünneren oder dickeren Stab sich herumwinden. Ebenso ist auch die abweichende

Veränderung der Formen ursprünglich gleich angelegter Theile, welche divergent nach verschiedenen Richtungen unter abweichenden äußeren Bedingungen sich entwickeln, in vielen anderen Fällen deutlich nachweisbar. Indem diese abweichende oder divergente Anpassung mit der fortschreitenden Vererbung in Wechselwirkung tritt, wird sie die Ursache der Arbeitstheilung der verschiedenen Organe.

Ein achttes und letztes Anpassungsgesetz können wir als das Gesetz der unbeschränkten oder unendlichen Anpassung bezeichnen. Wir wollen damit einfach ausdrücken, daß uns keine Grenze für die Veränderung der organischen Formen durch den Einfluß der äußeren Existenzbedingungen bekannt ist. Wir können von keinem einzigen Theil des Organismus behaupten, daß er nicht mehr veränderlich sei, daß, wenn man ihn unter neue äußere Bedingungen brächte, er durch diese nicht verändert werden würde. Noch niemals hat sich in der Erfahrung eine Grenze für die Abänderung nachweisen lassen. Wenn z. B. ein Organ durch Nichtgebrauch degenerirt, so geht diese Degeneration schließlich bis zum vollständigen Schwunde des Organs fort, wie es bei den Augen vieler Thiere der Fall ist. Andererseits können wir durch fortwährende Uebung, Gewohnheit, und immer gesteigerten Gebrauch eines Organs dasselbe in einem Maße vervollkommen, wie wir es von vornherein für unmöglich gehalten haben würden. Wenn man die uncivilisirten Wilden mit den Culturvölkern vergleicht, so findet man bei jenen eine Ausbildung der Sinnesorgane, Gesicht, Geruch, Gehör, von der die Culturvölker keine Ahnung haben. Umgekehrt ist bei den höheren Culturvölkern das Gehirn, die Geistesthätigkeit in einem Grade entwickelt, von welchem die rohen Wilden keine Vorstellung besitzen.

Allerdings scheint für jeden Organismus eine Grenze der Anpassungsfähigkeit durch den Typus seines Stammes oder Phylum gegeben zu sein, d. h. durch die wesentlichen Grundeigenschaften dieses Stammes, welche von dem gemeinsamen Stammvater desselben ererbt sind und sich durch conservative Vererbung auf alle Descendenten desselben übertragen. So kann z. B. niemals ein Wirbel-

thier statt des charakteristischen Rückenmarks der Wirbelthiere das Bauchmark der Gliedertiere sich erwerben. Allein innerhalb dieser erblichen Grundform, innerhalb dieses unveräußerlichen Typus, ist der Grad der Anpassungsfähigkeit unbeschränkt. Die Biegsamkeit und Flüssigkeit der organischen Form äußert sich innerhalb desselben frei nach allen Richtungen hin, und in ganz unbeschränktem Umfang. Es giebt aber einzelne Thiere, wie z. B. die durch Parasitismus rückgebildeten Krebsthiere und Würmer, welche selbst jene Grenze des Typus zu überspringen scheinen, und durch erstaunlich weit gehende Degeneration alle wesentlichen Charaktere ihres Stammes eingebüßt haben. Was die Anpassungsfähigkeit des Menschen betrifft, so ist dieselbe, wie bei allen anderen Thieren, ebenfalls unbegrenzt, und da sich dieselbe beim Menschen vor allen in der Umbildung des Gehirns äußert, so läßt sich durchaus keine Grenze der Erkenntniß setzen, welche der Mensch bei weiter fortschreitender Geistesbildung nicht würde überschreiten können. Auch der menschliche Geist genießt nach dem Gesetze der unbeschränkten Anpassung eine unendliche Perspektive für seine Vervollkommnung in der Zukunft.

Diese Bemerkungen genügen wohl, um die Tragweite der Anpassungserscheinungen hervorzuheben und ihnen das größte Gewicht zuzuschreiben. Die Anpassungsgesetze, die Thatsachen der Veränderung durch den Einfluß äußerer Bedingungen, sind von ebenso großer Bedeutung, wie die Vererbungsgesetze. Alle Anpassungserscheinungen lassen sich in letzter Linie zurückführen auf die Ernährungsverhältnisse des Organismus, in gleicher Weise wie die Vererbungsercheinungen in den Fortpflanzungsverhältnissen begründet sind; diese aber sowohl als jene sind weiter zurückzuführen auf chemische und physikalische Gründe, also auf mechanische Ursachen. Lediglich durch die Wechselwirkung derselben entstehen nach Darwin's Selectionstheorie die neuen Formen der Organismen, die Umbildungen, welche die künstliche Züchtung im Culturzustande, die natürliche Züchtung im Naturzustande hervorbringt.

Elfter Vortrag.

Die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Dasein. Arbeitsheilung und Fortschritt.

Wechselwirkung der beiden organischen Bildungstriebe, der Vererbung und Anpassung. Natürliche und künstliche Züchtung. Kampf um's Dasein oder Wettkampf um die Lebensbedürfnisse. Mißverhältniß zwischen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der Zahl der wirklichen (actuellen) Individuen. Verwickelte Wechselbeziehungen aller benachbarten Organismen. Wirkungsweise der natürlichen Züchtung. Gleichfarbige Zuchtwahl als Ursache der sympathischen Färbungen. Geschlechtliche Zuchtwahl als Ursache der secundären Sexualcharaktere. Gesetz der Sonderung oder Arbeitstheilung (Polymorphismus, Differenzirung, Divergenz des Charakters). Uebergang der Varietäten in Species. Begriff der Species. Bastardzeugung. Gesetz des Fortschritts oder der Vervollkommnung (Progressus, Teleosis.)

Meine Herren! Um zu einem richtigen Verständniß des Darwinismus zu gelangen, ist es vor Allem nothwendig, die beiden organischen Functionen genau in das Auge zu fassen, die wir in den letzten Vorträgen betrachtet haben, die Vererbung und Anpassung. Wenn man nicht einerseits die rein mechanische Natur dieser beiden physiologischen Thätigkeiten und die mannichfaltige Wirkung ihrer verschiedenen Gesetze in's Auge faßt, und wenn man nicht andererseits erwägt, wie verwickelt die Wechselwirkung dieser verschiedenen Vererbungs- und Anpassungsgesetze nothwendig sein muß, so wird man nicht begreifen, daß diese beiden Functionen für sich allein die ganze Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenformen sollen erzeugen können; und doch ist das in der That der Fall.

Wir sind wenigstens bis jetzt nicht im Stande gewesen, andere formbildende Ursachen aufzufinden, als diese beiden; und wenn wir die nothwendige und unendlich verwickelte Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung richtig verstehen, so haben wir auch gar nicht mehr nöthig, noch nach anderen unbekanntem Ursachen der Umbildung der organischen Gestalten zu suchen. Jene beiden Grundursachen erscheinen uns dann völlig genügend.

Schon früher, lange bevor Darwin seine Selectionstheorie aufstellte, nahmen einige Naturforscher, insbesondere Goethe, als Ursache der organischen Formenmannichfaltigkeit die Wechselwirkung zweier verschiedener Bildungstriebe an, eines conservativen oder erhaltenden, und eines umbildenden oder fortschreitenden Bildungstriebes. Ersteren nannte Goethe den centripetalen oder Specificationstrieb, letzteren den centrifugalen oder den Trieb der Metamorphose (S. 81). Diese beiden Triebe entsprechen vollständig den beiden Functionen der Vererbung und der Anpassung. Die Vererbung ist der centripetale oder innere Bildungstrieb, welcher bestrebt ist die organische Form in ihrer Art zu erhalten, die Nachkommen den Eltern gleich zu gestalten, und Generationen hindurch immer Gleichartiges zu erzeugen. Die Anpassung dagegen, welche der Vererbung entgegenwirkt, ist der centrifugale oder äußere Bildungstrieb, welcher beständig bestrebt ist, durch die veränderlichen Einflüsse der Außenwelt die organischen Formen umzubilden, neue Formen aus den vorhandenen zu schaffen und die Constanz der Species, die Beständigkeit der Art gänzlich aufzuheben. Je nachdem die Vererbung oder die Anpassung das Uebergewicht im Kampfe erhält, bleibt die Speciesform beständig oder sie bildet sich in eine neue Art um. Der in jedem Augenblick stattfindende Grad der Formbeständigkeit bei den verschiedenen Thier- und Pflanzenarten ist einfach das nothwendige Resultat des augenblicklichen Uebergewichts, welches jede dieser beiden Bildungskräfte (oder physiologischen Functionen) über die andere erlangt hat.

Wenn wir nun zurückkehren zu der Betrachtung des Züchtungs-

vorgangs, der Auslese oder Selection, die wir bereits im siebenten Vortrag in ihren Grundzügen untersuchten, so werden wir jetzt um so klarer und bestimmter erkennen, daß sowohl die künstliche als die natürliche Züchtung einzig und allein auf der Wechselwirkung dieser beiden Functionen oder Bildungstriebe beruhen. Wenn Sie die Thätigkeit des künstlichen Züchters, des Landwirths oder Gärtners, scharf in's Auge fassen, so erkennen Sie, daß nur jene beiden Bildungskräfte von ihm zur Hervorbringung neuer Formen benutzt werden. Die ganze Kunst der künstlichen Zuchtwahl beruht eben nur auf einer denkenden und vernünftigen Anwendung der Vererbung- und Anpassungsgesetze, auf einer kunstvollen und planmäßigen Benutzung und Regulirung derselben. Dabei ist der vervollkommnete menschliche Wille die auslesende, züchtende Kraft.

Ganz ähnlich verhält sich die natürliche Züchtung. Auch diese benutzt bloß jene beiden organischen Bildungskräfte, jene physiologischen Grundeigenschaften der Anpassung und Vererbung, um die verschiedenen Arten oder Species hervorzubringen. Dasjenige züchtende Princip aber, diejenige auslesende Kraft, welche bei der künstlichen Züchtung durch den planmäßig wirkenden und bewußten Willen des Menschen vertreten wird, ist bei der natürlichen Züchtung der planlos wirkende und unbewußte Kampf um's Dasein. Was wir unter „Kampf um's Dasein“ verstehen, haben wir im siebenten Vortrage bereits auseinandergesetzt. Es ist gerade die Erkenntniß dieses äußerst wichtigen Verhältnisses eines der größten Verdienste Darwin's. Da aber dieses Verhältniß sehr häufig unvollkommen oder falsch verstanden wird, ist es nothwendig, dasselbe jetzt noch näher in's Auge zu fassen, und an einigen Beispielen die Wirksamkeit des Kampfes um's Dasein, die Thätigkeit der natürlichen Züchtung durch den Kampf um's Dasein zu erläutern. (Gen. Morph. II, 231).

Wir gingen bei der Betrachtung des Kampfes um's Dasein von der Thatfache aus, daß die Zahl der Keime, welche alle Thiere und Pflanzen erzeugen, unendlich viel größer ist, als die Zahl der Individuen, welche wirklich in das Leben treten und sich längere oder kürzere

Zeit am Leben erhalten können. Die meisten Organismen erzeugen während ihres Lebens Tausende oder Millionen von Keimen, aus deren jedem sich unter günstigen Umständen ein neues Individuum entwickeln könnte. Bei den meisten Thieren und Pflanzen sind diese Keime Eier, d. h. Zellen, welche zu ihrer weiteren Entwicklung der geschlechtlichen Befruchtung bedürfen. Dagegen bei den Protisten, niedersten Organismen, welche weder Thiere noch Pflanzen sind, und welche sich bloß ungeschlechtlich fortpflanzen, bedürfen die Keinzellen oder Sporen keiner Befruchtung. In allen Fällen steht nun die Zahl sowohl dieser ungeschlechtlichen als jener geschlechtlichen Keime in gar keinem Verhältniß zu der Zahl der wirklich lebenden Individuen von jeder Art.

Im Großen und Ganzen genommen bleibt die Zahl der lebenden Thiere und Pflanzen auf unserer Erde durchschnittlich immer dieselbe. Die Zahl der Stellen im Naturhaushalt ist beschränkt, und an den meisten Punkten der Erdoberfläche sind diese Stellen immer annähernd besetzt. Gewiß finden überall in jedem Jahre Schwankungen in der absoluten und in der relativen Individuenzahl aller Arten statt. Allein im Großen und Ganzen genommen werden diese Schwankungen nur geringe Bedeutung haben gegenüber der Thatsache, daß die Gesamtzahl aller Individuen durchschnittlich beinahe constant bleibt. Der Wechsel, der überall stattfindet, besteht darin, daß in einem Jahre diese und im andern Jahre jene Reihe von Thieren und Pflanzen überwiegt, und daß in jedem Jahre der Kampf um's Dasein dieses Verhältniß wieder etwas anders gestaltet.

Jede einzelne Art von Thieren und Pflanzen würde in kurzer Zeit die ganze Erdoberfläche dicht bevölkert haben, wenn sie nicht mit einer Menge von Feinden und feindlichen Einflüssen zu kämpfen hätte. Schon Linné berechnete, daß wenn eine einjährige Pflanze nur zwei Samen hervorbrächte (und es gibt keine, die so wenig erzeugt), sie in 20 Jahren schon eine Million Individuen geliefert haben würde. Darwin berechnete vom Elephanten, der sich am langsamsten von allen Thieren zu vermehren scheint, daß in 500 Jahren die Nachkom-

menschaft eines einzigen Paares bereits 15 Millionen Individuen betragen würde, vorausgesetzt, daß jeder Elephant während der Zeit seiner Fruchtbarkeit (vom 30. bis 90. Jahre) nur 3 Paar Junge erzeugte. Ebenso würde die Zahl der Menschen, wenn man die mittlere Fortpflanzungszahl zu Grunde legt, und wenn keine Hindernisse der natürlichen Vermehrung im Wege stünden, bereits in 25 Jahren sich verdoppelt haben. In jedem Jahrhundert würde die Gesamtzahl der menschlichen Bevölkerung um das sechszehnfache gestiegen sein. Nun wissen Sie aber, daß die Gesamtzahl der Menschen nur sehr langsam wächst, und daß die Zunahme der Bevölkerung in verschiedenen Gegenden sehr verschieden ist. Während europäische Stämme sich über den ganzen Erdball ausbreiten, gehen andere Stämme, ja sogar ganze Arten oder Spezies des Menschengeschlechts mit jedem Jahre mehr ihrem völligen Aussterben entgegen. Dies gilt namentlich von den Rothhäuten Amerikas und ebenso von den schwarzbraunen Eingeborenen Australiens. Selbst wenn diese Völker sich reichlicher fortpflanzten, als die weiße Menschenart Europas, würden sie dennoch früher oder später der letzteren im Kampfe um's Dasein erliegen. Von allen menschlichen Individuen aber, ebenso wie von allen übrigen Organismen, geht bei weitem die überwiegende Mehrzahl in der frühesten Lebenszeit zu Grunde. Von der ungeheuren Masse von Keimen, die jede Art erzeugt, gelangen nur sehr wenige wirklich zur Entwicklung, und von diesen wenigen ist es wieder nur ein ganz kleiner Bruchtheil, welcher das Alter erreicht, in dem er sich fortpflanzen kann. (Vergl. S. 145).

Aus diesem Mißverhältniß zwischen der ungeheuren Uebersahl der organischen Keime und der geringen Anzahl von auswählten Individuen, die wirklich neben und mit einander fortbestehen können, folgt mit Nothwendigkeit jener allgemeine Kampf um's Dasein, jenes beständige Ringen um die Existenz, jener unaufhörliche Wettkampf um die Lebensbedürfnisse, von welchem ich Ihnen bereits im siebenten Vortrage ein Bild entwarf. Jener Kampf um's Dasein ist es, welcher die natürliche Zuchtwahl ausübt, welcher die Wechselwir-

fung der Vererbungs- und Anpassungserscheinungen züchtend benutzt und dadurch an einer beständigen Umbildung aller organischen Formen arbeitet. Immer werden in jenem Kampf um die Erlangung der nothwendigen Existenzbedingungen diejenigen Individuen ihre Nebenbuhler besiegen, welche irgend eine individuelle Begünstigung, eine vortheilhafte Eigenschaft besitzen, die ihren Mitbewerbern fehlt. Freilich können wir nur in den wenigsten Fällen, bei uns näher bekannten Thieren und Pflanzen, uns eine ungefähre Vorstellung von der unendlich complicirten Wechselwirkung der zahlreichen Verhältnisse machen, welche alle hierbei in Frage kommen. Denken Sie nur daran, wie unendlich mannichfaltig und verwickelt die Beziehungen jedes einzelnen Menschen zu den übrigen und überhaupt zu der ihn umgebenden Außenwelt sind. Aehnliche Beziehungen walten aber auch zwischen allen Thieren und Pflanzen, die an einem Orte mit einander leben. Alle wirken gegenseitig, activ oder passiv, auf einander ein. Jedes Thier, jede Pflanze kämpft direct mit einer Anzahl von Feinden, welche denselben nachstellen, mit Raubthieren, parasitischen Thieren u. s. w. Die zusammenstehenden Pflanzen kämpfen mit einander um den Bodenraum, den ihre Wurzeln bedürfen, um die nothwendige Menge von Licht, Luft, Feuchtigkeit u. s. w. Ebenso ringen die Thiere eines jeden Bezirks mit einander um ihre Nahrung, Wohnung u. s. w. Es wird in diesem äußerst lebhaften und verwickelten Kampf jeder noch so kleine persönliche Vorzug, jeder individuelle Bortheil möglicherweise den Ausschlag geben können, zu Gunsten seines Besitzers. Dieses bevorzugte einzelne Individuum bleibt im Kampfe Sieger und pflanzt sich fort, während seine Mitbewerber zu Grunde gehen, ehe sie zur Fortpflanzung gelangen. Der persönliche Vorzug, welcher ihm den Sieg verlieh, wird auf seine Nachkommen vererbt, und kann durch weitere Ausbildung die Ursache zur Bildung einer neuen Art werden.

Die unendlich verwickelten Wechselbeziehungen, welche zwischen den Organismen eines jeden Bezirks bestehen, und welche als die eigentlichen Bedingungen des Kampfes um's Dasein angesehen wer-

den müssen, sind uns größtentheils unbekannt und meistens auch sehr schwierig zu erforschen. Nur in einzelnen Fällen haben wir dieselben bisher bis zu einem gewissen Grade verfolgen können, so z. B. in dem von Darwin angeführten Beispiel von den Beziehungen der Kagen zum rothen Klee in England. Die rothe Kleeart (*Trifolium pratense*), welche in England eines der vorzüglichsten Futterkräuter für das Rindvieh bildet, bedarf, um zur Samenbildung zu gelangen, des Besuchs der Hummeln. Indem diese Insecten den Honig aus dem Grunde der Kleeblüthe saugen, bringen sie den Blüthenstaub mit der Narbe in Berührung und vermitteln so die Befruchtung der Blüthe, welche ohne sie niemals erfolgt. Darwin hat durch Versuche gezeigt, daß rother Klee, den man von dem Besuche der Hummeln absperrt, keinen einzigen Samen liefert. Die Zahl der Hummeln ist bedingt durch die Zahl ihrer Feinde, unter denen die Feldmäuse die verderblichsten sind. Je mehr die Feldmäuse überhand nehmen, desto weniger wird der Klee befruchtet. Die Zahl der Feldmäuse ist wiederum von der Zahl ihrer Feinde abhängig, zu denen namentlich die Kagen gehören. Daher giebt es in der Nähe der Dörfer und Städte, wo viel Kagen gehalten werden, besonders viel Hummeln. Eine große Zahl von Kagen ist also offenbar von großem Vortheil für die Befruchtung des Klees. Man kann nun, wie es von Karl Vogt geschehen ist, dieses Beispiel noch weiter verfolgen, wenn man erwägt, daß das Rindvieh, welches sich von dem rothen Klee nährt, eine der wichtigsten Grundlagen des Wohlstands von England ist. Die Engländer conserviren ihre körperlichen und geistigen Kräfte vorzugsweise dadurch, daß sie sich größtentheils von trefflichem Fleisch, namentlich ausgezeichnetem Roastbeef und Beafsteak nähren. Dieser vorzüglichen Fleischnahrung verdanken die Britten zum großen Theil das Uebergewicht ihres Gehirns und Geistes über die anderen Nationen. Offenbar ist dieses aber indirekt abhängig von den Kagen, welche die Feldmäuse verfolgen. Man kann auch mit Huxley auf die alten Jungfern zurückgehen, welche vorzugsweise die Kagen hegen und

pflegen, und somit für die Befruchtung des Kleeß und den Wohlstand Englands von größter Wichtigkeit sind. An diesem Beispiel können Sie erkennen, daß, je weiter man dasselbe verfolgt, desto größer der Kreis der Wirkungen und der Wechselbeziehungen wird. Man kann aber mit Bestimmtheit behaupten, daß bei jeder Pflanze und bei jedem Thiere eine Masse solcher Wechselbeziehungen existiren. Nur sind wir selten im Stande, die Kette derselben so herzustellen, und zu übersehen, wie es hier der Fall ist.

Ein anderes merkwürdiges Beispiel von wichtigen Wechselbeziehungen ist nach Darwin folgendes: In Paraguay finden sich keine verwilderten Rinder und Pferde, wie in den benachbarten Theilen Südamerikas, nördlich und südlich von Paraguay. Dieser auffallende Umstand erklärt sich einfach dadurch, daß in diesem Lande eine kleine Fliege sehr häufig ist, welche die Gewohnheit hat, ihre Eier in den Nabel der neugeborenen Rinder und Pferde zu legen. Die neugeborenen Thiere sterben in Folge dieses Eingriffs, und jene kleine gefürchtete Fliege ist also die Ursache, daß die Rinder und Pferde in diesem District niemals verwildern. Angenommen, daß durch irgend einen insectenfressenden Vogel jene Fliege zerstört würde, so würden in Paraguay ebenso wie in den benachbarten Theilen Südamerikas diese großen Säugethiere massenhaft verwildern, und da dieselben eine Menge von bestimmten Pflanzenarten verzehren, würde die ganze Flora, und in Folge davon wiederum die ganze Fauna dieses Landes eine andere werden. Daß dadurch zugleich auch die ganze Oekonomie und somit der Charakter der menschlichen Bevölkerung sich ändern würde, braucht nicht erst gesagt zu werden.

So kann das Gedeihen oder selbst die Existenz ganzer Völkerschaften durch eine einzige kleine, an sich höchst unbedeutende Thier- oder Pflanzen-Form indirect bedingt werden. Es giebt kleine oceanische Inseln, deren menschliche Bewohner wesentlich nur von einer Palmenart leben. Die Befruchtung dieser Palme wird vorzüglich durch Insecten vermittelt, die den Blüthenstaub von den männlichen auf die weiblichen Palmbäume übertragen. Die Existenz dieser nütz-

lichen Insecten wird durch insectenfressende Vögel gefährdet, die ihrerseits wieder von Raubvögeln verfolgt werden. Die Raubvögel aber unterliegen oft dem Angriffe einer kleinen parasitischen Milbe, die sich zu Millionen in ihrem Federkleid entwickelt. Dieser kleine gefährliche Parasit kann wiederum durch parasitische Pilze getödtet werden. Pilze, Raubvögel und Insecten würden in diesem Falle das Gedeihen der Palmen und somit der Menschen begünstigen, Vogelmilben und insectenfressende Vögel dagegen gefährden.

Interessante Beispiele für die Veränderung der Wechselbeziehungen im Kampf um's Dasein liefern auch jene isolirten und von Menschen unbewohnten oceanischen Inseln, auf denen zu verschiedenen Malen von Seefahrern Ziegen oder Schweine ausgesetzt wurden. Diese Thiere verwilderten und nahmen aus Mangel an Feinden an Zahl bald so übermäßig zu, daß die ganze übrige Thier- und Pflanzenbevölkerung darunter litt, und daß schließlich die Insel beinahe verödete, weil den zu massenhaft sich vermehrenden großen Säugethieren die hinreichende Nahrung fehlte. In einigen Fällen wurden auf einer solchen von Ziegen oder Schweinen überfüllten Insel später von anderen Seefahrern ein Paar Hunde ausgesetzt, die sich in diesem Futterüberfluß sehr wohl befanden, sich wieder sehr rasch vermehrten und furchtbar unter den Heerden aufräumten, so daß nach einer Anzahl von Jahren den Hunden selbst das Futter fehlte, und auch sie beinahe ausstarben. So wechselt beständig in der Oekonomie der Natur das Gleichgewicht der Arten, je nachdem die eine oder andere Art sich auf Kosten der übrigen vermehrt. In den meisten Fällen sind freilich die Beziehungen der verschiedenen Thier- und Pflanzenarten zu einander viel zu verwickelt, als daß wir ihnen nachkommen könnten, und ich überlasse es Ihrem eigenen Nachdenken, sich auszumalen, welches unendlich verwickelte Getriebe an jeder Stelle der Erde in Folge dieses Kampfes stattfinden muß. In letzter Instanz sind die Triebfedern, welche den Kampf bedingen, und welche den Kampf an allen verschiedenen Stellen verschieden gestalten und modificiren, die Triebfedern der Selbsterhaltung, und zwar

sowohl der Erhaltungstrieb der Individuen (Ernährungstrieb), als der Erhaltungstrieb der Arten (Fortpflanzungstrieb). Diese beiden Grundtriebe der organischen Selbsterhaltung sind es, von denen Schiller, der Idealist (nicht Goethe, der Realist!) sagt:

„Einstweilen bis den Bau der Welt
 „Philosophie zusammenhält,
 „Erhält sich ihr Getriebe
 „Durch Hunger und durch Liebe.“

Diese beiden mächtigen Grundtriebe sind es, welche durch ihre verschiedene Ausbildung in den verschiedenen Arten den Kampf um's Dasein so ungemein mannichfaltig gestalten, und welche den Erscheinungen der Vererbung und Anpassung zu Grunde liegen. Wir konnten alle Vererbung auf die Fortpflanzung, alle Anpassung auf die Ernährung als die materielle Grundursache zurückführen.

Der Kampf um das Dasein wirkt bei der natürlichen Züchtung ebenso züchtend oder auslesend, wie der Wille des Menschen bei der künstlichen Züchtung. Aber dieser wirkt planmäßig und bewußt, jener planlos und unbewußt. Dieser wichtige Unterschied zwischen der künstlichen und natürlichen Züchtung verdient besondere Beachtung. Denn wir lernen hierdurch verstehen, warum zweckmäßige Einrichtungen ebenso durch zwecklos wirkende mechanische Ursachen, wie durch zweckmäßig thätige Endursachen erzeugt werden können. Die Producte der natürlichen Züchtung sind ebenso und noch mehr zweckmäßig eingerichtet, wie die Kunstproducte des Menschen, und dennoch verdanken sie ihre Entstehung nicht einer zweckmäßig thätigen Schöpferkraft, sondern einem unbewußt und planlos wirkenden mechanischen Verhältniß. Wenn man nicht tiefer über die Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung unter dem Einfluß des Kampfes um's Dasein nachgedacht hat, so ist man zunächst nicht geneigt, solche Erfolge von diesem natürlichen Züchtungsprozeß zu erwarten, wie derselbe in der That liefert. Es ist daher wohl angemessen, hier ein Paar besonders einleuchtende Beispiele von der Wirksamkeit der natürlichen Züchtung anzuführen.

Lassen Sie uns zunächst die von Darwin hervorgehobene gleichfarbige Zuchtwahl oder die sogenannte „sympathische Farbenwahl“ der Thiere betrachten. Schon frühere Naturforscher haben es sonderbar gefunden, daß zahlreiche Thiere im Großen und Ganzen dieselbe Färbung zeigen wie der Wohnort, oder die Umgebung, in der sie sich beständig aufhalten. So sind z. B. die Blattläuse und viele andere auf Blättern lebende Insecten grün gefärbt. Die Wüstenbewohner, Springmäuse, Wüstenfüchse, Gazellen, Löwen u. s. w. sind meist gelb oder gelblichbraun gefärbt, wie der Sand der Wüste. Die Polarthiere, welche auf Eis und Schnee leben, sind weiß oder grau, wie Eis und Schnee. Viele von diesen ändern ihre Färbung im Sommer und Winter. Im Sommer, wenn der Schnee theilweis vergeht, wird das Fell dieser Polarthiere graubraun oder schwärzlich wie der nackte Erdboden, während es im Winter wieder weiß wird. Schmetterlinge und Colibris, welche die bunten, glänzenden Blüthen umschweben, gleichen diesen in der Färbung. Darwin erklärt nun diese auffallende Thatsache ganz einfach dadurch, daß eine solche Färbung, die übereinstimmt mit der des Wohnortes, den betreffenden Thieren von größtem Nutzen ist. Wenn diese Thiere Raubthiere sind, so werden sie sich dem Gegenstand ihres Appetits viel sicherer und unbemerkter nähern können, und ebenso werden die von ihnen verfolgten Thiere viel leichter entfliehen können, wenn sie sich in der Färbung möglichst wenig von ihrer Umgebung unterscheiden. Wenn also ursprünglich eine Thierart in allen Farben variierte, so werden diejenigen Individuen, deren Farbe am meisten derjenigen ihrer Umgebung gleich, im Kampf um's Dasein am meisten begünstigt gewesen sein. Sie blieben unbemerkter, erhielten sich und pflanzten sich fort, während die anders gefärbten Individuen oder Spielarten ausstarben.

Aus derselben gleichfarbigen Zuchtwahl habe ich versucht die merkwürdige Wasserähnlichkeit der pelagischen Glasthiere zu erklären, die wunderbare Thatsache, daß die Mehrzahl der pelagischen Thiere, d. h. derer, welche an der Oberfläche der offenen See leben, bläulich oder ganz farblos, und glasartig durchsichtig ist, wie das Wasser selbst.

Solche farblose, glasartige Thiere kommen in den verschiedensten Klassen vor. Es gehören dahin unter den Fischen die Helmichthyiden, durch deren glashellen Körper hindurch man die Schrift eines Buches lesen kann; unter den Weichthierien die Flossenschnecken und Kielschnecken; unter den Würmern die Salpen, Alciopie und Sagitta; ferner sehr zahlreiche pelagische Krebsthiere (Crustaceen) und der größte Theil der Medusen (Schirmquallen, Kammquallen u. s. w.). Alle diese pelagischen Thiere, welche an der Oberfläche des offenen Meeres schwimmen, sind glasartig durchsichtig und farblos, wie das Wasser selbst, während ihre nächsten Verwandten, die auf dem Grunde des Meeres leben, gefärbt und undurchsichtig wie die Landbewohner sind. Auch diese merkwürdige Thatsache läßt sich ebenso wie die sympathische Färbung der Landbewohner durch die natürliche Züchtung erklären. Unter den Voreltern der pelagischen Glasthiere, welche einen verschiedenen Grad von Farblosigkeit und Durchsichtigkeit zeigten, werden diejenigen, welche am meisten farblos und durchsichtig waren, offenbar in dem lebhaften Kampf um's Dasein, der an der Meeresoberfläche stattfindet, am meisten begünstigt gewesen sein. Sie konnten sich ihrer Beute am leichtesten unbemerkt nähern, und wurden selbst von ihren Feinden am wenigsten bemerkt. So konnten sie sich leichter erhalten und fortpflanzen, als ihre mehr gefärbten und undurchsichtigen Verwandten, und schließlich erreichte durch gehäufte Anpassung und Vererbung, durch natürliche Auslese im Laufe vieler Generationen, der Körper denjenigen Grad von glasartiger Durchsichtigkeit und Farblosigkeit, den wir gegenwärtig an den pelagischen Glasthierien bewundern (Gen. Morph. II, 242).

Nicht minder interessant und lehrreich, als die gleichfarbige Zuchtwahl, ist diejenige Art der natürlichen Züchtung, welche Darwin die sexuelle oder geschlechtliche Zuchtwahl nennt, und welche besonders die Entstehung der sogenannten „secundären Sexualcharaktere“ erklärt. Wir haben diese untergeordneten Geschlechtscharaktere, die in so vieler Beziehung lehrreich sind, schon früher erwähnt, und verstanden darunter solche Eigenthümlichkeiten der Thiere und

Pflanzen, welche bloß einem der beiden Geschlechter zukommen, und welche nicht in unmittelbarer Beziehung zu der Fortpflanzungsthätigkeit selbst stehen. (Vergl. oben S. 188.) Solche secundäre Geschlechtscharaktere kommen in großer Mannichfaltigkeit bei den Thieren vor. Sie wissen Alle, wie auffallend sich bei vielen Vögeln und Schmetterlingen die beiden Geschlechter durch Größe und Färbung unterscheiden. Meist ist hier das Männchen das größere und schönere Geschlecht. Oft besitzt dasselbe besondere Zierrathe oder Waffen, wie z. B. der Sporn und Federkragen des Hahns, das Geweih der männlichen Hirsche und Rehe u. s. w. Alle diese Eigenthümlichkeiten der beiden Geschlechter haben mit der Fortpflanzung selbst, welche durch die „primären Sexualcharaktere“, die eigentlichen Geschlechtsorgane, vermittelt wird, unmittelbar Nichts zu thun.

Die Entstehung dieser merkwürdigen „secundären Sexualcharaktere“ erklärt nun Darwin einfach durch eine Auslese oder Selection, welche bei der Fortpflanzung der Thiere geschieht. Bei den meisten Thieren ist die Zahl der Individuen beiderlei Geschlechts mehr oder weniger ungleich; entweder ist die Zahl der weiblichen oder die der männlichen Individuen größer, und wenn die Fortpflanzungszeit herannahet, findet in der Regel ein Kampf zwischen den betreffenden Nebenbuhlern um Erlangung der Thiere des anderen Geschlechtes statt. Es ist bekannt, mit welcher Kraft und Hefigkeit gerade bei den höchsten Thieren, bei den Säugethieren und Vögeln, besonders bei den in Polygamie lebenden dieser Kampf gefochten wird. Bei den Hühnervögeln, wo auf einen Hahn zahlreiche Hennen kommen, findet zur Erlangung eines möglichst großen Harems ein lebhafter Kampf zwischen den mitbewerbenden Hähnen statt. Dasselbe gilt von vielen Wildkäuern. Bei den Hirschen und Rehen z. B. entstehen zur Zeit der Fortpflanzung gefährliche Kämpfe zwischen den Männchen um den Besitz der Weibchen. Der secundäre Sexualcharakter, welcher hier die Männchen auszeichnet, das Geweih der Hirsche und Rehe, das den Weibchen fehlt, ist nach Darwin die Folge jenes Kampfes. Hier ist also nicht, wie beim Kampf um die individuelle Existenz, die Selbst-

erhaltung, sondern die Erhaltung der Art, die Fortpflanzung, das Motiv und die bestimmende Ursache des Kampfes. Es giebt eine ganze Menge von Waffen, die in dieser Weise von den Thieren erworben wurden, sowohl passive Schutzwaffen als active Angriffswaffen. Eine solche Schutzwaffe ist zweifelsohne die Mähne des Löwen, die dem Weibchen abgeht; sie ist bei den Bissen, die die männlichen Löwen sich am Halse beizubringen suchen, wenn sie um die Weibchen kämpfen, ein tüchtiges Schutzmittel; und daher sind die mit der stärksten Mähne versehenen Männchen in dem sexuellen Kampfe am Meisten begünstigt. Eine ähnliche Schutzwaffe ist die Wamme des Stiers und der Federfragen des Hahns. Active Angriffswaffen sind dagegen das Geweih des Hirsches, der Hauhahn des Ebers, der Sporn des Hahns und der entwickelte Oberkiefer des männlichen Hirschkäfers; alles Instrumente, welche beim Kampfe der Männchen um die Weibchen zur Vernichtung oder Vertreibung der Nebenbuhler dienen.

In den letzterwähnten Fällen sind es die unmittelbaren Vernichtungskämpfe der Nebenbuhler, welche die Entstehung des secundären Sexualcharacters bedingen. Außer diesen unmittelbaren Vernichtungskämpfen sind aber bei der geschlechtlichen Auslese auch die mehr mittelbaren Wettkämpfe von großer Wichtigkeit, welche auf die Nebenbuhler nicht minder umbildend einwirken. Diese bestehen vorzugsweise darin, daß das werbende Geschlecht dem anderen zu gefallen sucht, durch äußeren Puz, durch Schönheit, oder durch eine melodische Stimme. Darwin meint, daß die schöne Stimme der Singvögel wesentlich auf diesem Wege entstanden ist. Bei vielen Vögeln findet ein wirklicher Sängerkrieg statt zwischen den Männchen, die um den Besitz der Weibchen kämpfen. Von mehreren Singvögeln weiß man, daß zur Zeit der Fortpflanzung die Männchen sich zahlreich vor den Weibchen versammeln und vor ihnen ihren Gesang erschallen lassen, und daß dann die Weibchen denjenigen Sänger, welcher ihnen am besten gefällt, zu ihrem Gemahl erwählen. Bei anderen Singvögeln lassen die einzelnen Männchen in der Einsamkeit des Waldes ihren Gesang ertönen, um die Weibchen an-

zulocken, und diese folgen dem anziehendsten Locktone. Ein ähnlicher musikalischer Wettkampf, der allerdings weniger melodisch ist, findet bei den Cikaden und Heuschrecken statt. Bei den Cikaden hat das Männchen am Unterleib zwei trommelartige Instrumente und erzeugt damit die scharfen zirpenden Töne, welche die alten Griechen seltsamer Weise als schöne Musik priesen. Bei den Heuschrecken bringen die Männchen, theils indem sie die Hintersehenkel wie Violinbogen an den Flügeldecken reiben, theils durch Reiben der Flügeldecken an einander, Töne hervor, die für uns allerdings nicht melodisch sind, die aber den weiblichen Heuschrecken so gut gefallen, daß sie die am besten geigenden Männchen sich aussuchen.

Bei anderen Insecten und Vögeln ist es nicht der Gesang oder überhaupt die musikalische Leistung, sondern der Pug oder die Schönheit des einen Geschlechts, welche das andere anzieht. So finden wir, daß bei den meisten Hühnervögeln die Hähne durch Hautlappen auf dem Kopfe sich auszeichnen, oder durch einen schönen Schweif, den sie radartig ausbreiten, wie z. B. der Pfau und der Truthahn. Auch der prachtvolle Schweif des Paradiesvogels ist eine ausschließliche Zierde des männlichen Geschlechts. Ebenso zeichnen sich bei sehr vielen anderen Vögeln und bei sehr vielen Insecten, namentlich Schmetterlingen, die Männchen durch besondere Farben oder andere Zierden vor den Weibchen aus. Offenbar sind dieselben Producte der sexuellen Züchtung. Da den Weibchen diese Reize und Verzierungen fehlen, so müssen wir schließen, daß dieselben von den Männchen im Wettkampf um die Weibchen erst mühsam erworben worden sind, wobei die Weibchen auslesend wirkten.

Die Anwendung dieses interessanten Schlusses auf die menschliche Gesellschaft können Sie sich selbst leicht im Einzelnen ausmalen. Offenbar sind auch hier dieselben Ursachen bei der Ausbildung der secundären Sexualcharaktere wirksam gewesen. Ebensovohl die Vorzüge, welche den Mann, als diejenigen, welche das Weib auszeichnen, verdanken ihren Ursprung ganz gewiß größtentheils der sexuellen Auslese des anderen Geschlechts. Im Alterthum und im Mittelalter, beson-

ders in der romantischen Ritterzeit, waren es die unmittelbaren Vernichtungskämpfe, die Turniere und Duelle, welche die Brautwahl vermittelten; der Stärkere führte die Braut heim. In neuerer Zeit dagegen sind die mittelbaren Wettkämpfe der Nebenbuhler beliebter, welche mittelst musikalischer Leistungen, Spiel und Gesang, oder mittelst körperlicher Reize, natürlicher Schönheit oder künstlichen Puzes, in unseren sogenannten „feinen“ und „hochcivilisirten“ Gesellschaften ausgekämpft werden. Bei weitem am Wichtigsten aber von diesen verschiedenen Formen der Geschlechtswahl des Menschen ist die am meisten veredelte Form derselben, nämlich die psychische Auslese, bei welcher die geistigen Vorzüge des einen Geschlechts bestimmend auf die Wahl des anderen einwirken. Indem der am höchsten veredelte Cultur Mensch sich bei der Wahl der Lebensgefährtin Generationen hindurch von den Seelenvorzügen derselben leiten ließ, und diese auf die Nachkommenschaft vererbte, half er mehr, als durch vieles Andere, die tiefe Kluft schaffen, welche ihn gegenwärtig von den rohesten Naturvölkern und von unseren gemeinsamen thierischen Voreltern trennt. Ueberhaupt ist die Rolle, welche die gesteigerte sexuelle Zuchtwahl, und ebenso die Rolle, welche die vorgeschrittene Arbeitstheilung zwischen beiden Geschlechtern beim Menschen spielt, höchst bedeutend, und ich glaube, daß hierin eine der mächtigsten Ursachen zu suchen ist, welche die phyletische Entstehung und die historische Entwicklung des Menschengeschlechts bewirkten (Gen. Morph. II, 247).

Da Darwin in seinem 1871 erschienenen, höchst interessanten Werke über „die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl“⁴⁸⁾ diesen Gegenstand in der geistreichsten Weise erörtert und durch die merkwürdigsten Beispiele erläutert hat, verweise ich Sie bezüglich des Näheren auf dieses Werk. Lassen Sie uns dagegen jetzt noch einen Blick auf zwei äußerst wichtige organische Grundgesetze werfen, welche sich durch die Selectionstheorie als nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein erklären lassen, nämlich das Gesetz der Arbeitstheilung oder Differenzirung und das Gesetz des Fortschritts oder der Ver-

vollkommnung. Man war früher, als man in der geschichtlichen Entwicklung, in der individuellen Entwicklung und in der vergleichenden Anatomie der Thiere und Pflanzen durch die Erfahrung diese beiden Gesetze kennen lernte, geneigt, dieselben wieder auf eine unmittelbare schöpferische Einwirkung zurückzuführen. Es sollte in dem zweckmäßigen Plane des Schöpfers gelegen haben, die Formen der Thiere und Pflanzen im Laufe der Zeit immer mannichfaltiger auszubilden und immer vollkommener zu gestalten. Wir werden offenbar einen großen Schritt in der Erkenntniß der Natur thun, wenn wir diese teleologische und anthropomorphe Vorstellung zurückweisen, und die beiden Gesetze der Arbeitstheilung und Bervollkommnung als nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampfe um's Dasein nachweisen können.

Das erste große Gesetz, welches unmittelbar und mit Nothwendigkeit aus der natürlichen Züchtung folgt, ist dasjenige der Sondernung oder Differenzirung, welche man auch häufig als Arbeitstheilung oder Polymorphismus bezeichnet und welche Darwin als Divergenz des Charakters erläutert. (Gen. Morph. II, 249.) Wir verstehen darunter die allgemeine Neigung aller organischen Individuen, sich in immer höherem Grade ungleichartig auszubilden und von dem gemeinsamen Urbilde zu entfernen. Die Ursache dieser allgemeinen Neigung zur Sonderung und der dadurch bewirkten Hervorbildung ungleichartiger Formen aus gleichartiger Grundlage ist nach Darwin einfach auf den Umstand zurückzuführen, daß der Kampf um's Dasein zwischen je zwei Organismen um so heftiger entbrennt, je näher sich dieselben in jeder Beziehung stehen, je gleichartiger sie sind. Dies ist ein ungemein wichtiges und eigentlich äußerst einfaches Verhältniß, welches aber gewöhnlich gar nicht gehörig in's Auge gefaßt wird.

Es wird Jedem von Ihnen einleuchten, daß auf einem Acker von bestimmter Größe neben den Kornpflanzen, die dort ausgesät sind, eine große Anzahl von Unkräutern existiren können, und zwar an Stellen, welche nicht von den Kornpflanzen eingenommen werden könnten.

Die trockeneren, sterileren Stellen des Bodens, auf denen keine Kornpflanze gedeihen würde, können noch zum Unterhalt von Unkraut verschiedener Art dienen; und zwar werden davon um so mehr verschiedene Arten und Individuen neben einander existiren können, je besser die verschiedenen Unkrautarten geeignet sind, sich den verschiedenen Stellen des Ackerbodens anzupassen. Ebenso ist es mit den Thieren. Offenbar können in einem und demselben beschränkten Bezirk eine viel größere Anzahl von thierischen Individuen zusammenleben, wenn dieselben von mannichfach verschiedener Natur, als wenn sie alle gleich sind. Es giebt Bäume (wie z. B. die Eiche), auf welchen ein paar Hundert verschiedene Insectenarten neben einander leben. Die einen nähren sich von den Früchten des Baumes, die anderen von den Blättern, noch andere von der Rinde, der Wurzel u. s. f. Es wäre ganz unmöglich, daß die gleiche Zahl von Individuen auf diesem Baume lebte, wenn alle von einer Art wären, wenn z. B. alle nur von der Rinde oder nur von den Blättern lebten. Ganz dasselbe ist in der menschlichen Gesellschaft der Fall. In einer und derselben kleinen Stadt kann eine bestimmte Anzahl von Handwerkern nur leben, wenn dieselben verschiedene Geschäfte betreiben. Die Arbeitstheilung, welche sowohl der ganzen Gemeinde, als auch dem einzelnen Arbeiter den größten Nutzen bringt, ist eine unmittelbare Folge des Kampfes um's Dasein, der natürlichen Züchtung; denn dieser Kampf ist um so leichter zu bestehen, je mehr sich die Thätigkeit und somit auch die Form der verschiedenen Individuen von einander entfernt. Natürlich wirkt die verschiedene Function umbildend auf die Form zurück, und die physiologische Arbeitstheilung bedingt nothwendig die morphologische Differenzirung, die „Divergenz des Charakters“⁸⁷).

Nun bitte ich Sie wieder zu erwägen, daß alle Thier- und Pflanzenarten veränderlich sind, und die Fähigkeit besitzen, sich an verschiedenen Orten den localen Verhältnissen anzupassen. Die Spielarten, Varietäten oder Rassen einer jeden Species werden sich den Anpassungsgesetzen gemäß um so mehr von der ursprünglichen Stammart entfernen, je verschiedenartiger die neuen Verhältnisse sind, denen sie

sich anpassen. Wenn wir nun diese von einer gemeinsamen Grundform ausgehenden Varietäten uns in Form eines verzweigten Strahlenbüschels vorstellen, so werden diejenigen Spielarten am besten neben einander existiren und sich fortpflanzen können, welche am weitesten von einander entfernt sind, welche an den Enden der Reihe oder auf entgegengesetzten Seiten des Büschels stehen. Die in der Mitte stehenden Uebergangsformen dagegen haben den schwierigsten Stand im Kampfe um's Dasein. Die nothwendigen Lebensbedürfnisse sind bei den extremen, am weitesten auseinander gehenden Spielarten am meisten verschieden, und daher werden diese in dem allgemeinen Kampfe um's Dasein am wenigsten in ernstlichen Conflict gerathen. Die vermittelnden Zwischenformen dagegen, welche sich am wenigsten von der ursprünglichen Stammform entfernt haben, theilen mehr oder minder dieselben Lebensbedürfnisse, und daher werden sie in der Mitbewerbung um dieselben am meisten zu kämpfen haben und am gefährlichsten bedroht sein. Wenn also zahlreiche Varietäten oder Spielarten einer Species auf einem und demselben Fleck der Erde mit einander leben, so können viel eher die Extreme, die am meisten abweichenden Formen, neben einander fort bestehen, als die vermittelnden Zwischenformen, welche mit jedem der verschiedenen Extreme zu kämpfen haben. Die letzteren werden auf die Dauer den feindlichen Einflüssen nicht widerstehen können, welche die ersteren siegreich überwinden. Diese allein erhalten sich, pflanzen sich fort, und sind nun nicht mehr durch vermittelnde Uebergangsformen mit der ursprünglichen Stammart verbunden. So entstehen aus Varietäten „gute Arten.“ Der Kampf um's Dasein begünstigt nothwendig die allgemeine Divergenz oder das Auseinandergehen der organischen Formen, die beständige Neigung der Organismen, neue Arten zu bilden. Diese beruht nicht auf einer mystischen Eigenschaft, auf einem unbekanntem Bildungstrieb der Organismen, sondern auf der Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung im Kampfe um's Dasein. Indem von den Varietäten einer jeden Species die vermittelnden Zwischenformen erlöschen und die Uebergangsglieder aussterben, geht der Divergenz-

proceß immer weiter, und bildet in den Extremen Gestalten aus, die wir als neue Arten unterscheiden.

Obgleich alle Naturforscher die Variabilität oder Veränderlichkeit aller Thier- und Pflanzenarten zugeben müssen, haben doch die meisten bisher bestritten, daß die Abänderung oder Umbildung der organischen Form die ursprüngliche Grenze des Speciescharakters überschreite. Unsere Gegner halten an dem Satze fest: „Soweit auch eine Art in Varietätenbüschel aus einander gehen mag, so sind die Spielarten oder Varietäten derselben doch niemals in dem Grade von einander unterschieden, wie zwei wirkliche gute Arten.“ Diese Behauptung, die gewöhnlich von Darwin's Gegnern an die Spitze ihrer Beweisführung gestellt wird, ist vollkommen unhaltbar und un begründet. Dies wird Ihnen sofort klar, sobald Sie kritisch die verschiedenen Versuche vergleichen, den Begriff der Species oder Art festzustellen. Was eigentlich eine „echte oder gute Art“ („*Bona species*“) sei, diese Frage vermag kein Naturforscher zu beantworten, trotzdem jeder Systematiker täglich diese Ausdrücke gebraucht, und trotzdem ganze Bibliotheken über die Frage geschrieben worden sind, ob diese oder jene beobachtete Form eine Species oder Varietät, eine wirklich gute oder schlechte Art sei. Die am meisten verbreitete Antwort auf diese Frage war folgende: „Zu einer Art gehören alle Individuen, die in allen wesentlichen Merkmalen übereinstimmen. Wesentliche Speciescharaktere sind aber solche, welche beständig oder constant sind, und niemals abändern oder variiren.“ Sobald nun aber der Fall eintrat, daß ein Merkmal, das man bisher für wesentlich hielt, dennoch abänderte, so sagte man: „Dieses Merkmal ist für die Art nicht wesentlich gewesen, denn wesentliche Charaktere variiren nicht. Man bewegte sich also in einem offenbaren Zirkelschluß, und die Naivität ist wirklich erstaunlich, mit der diese Kreisbewegung der Artdefinition in Tausenden von Büchern als unumstößliche Wahrheit hingestellt und immer noch wiederholt wird.

Ebenso wie dieser, so sind auch alle übrigen Versuche, welche man zu einer festen und logischen Begriffsbestimmung der organischen

„Species“ gemacht hat, völlig fruchtlos und vergeblich gewesen. Der Natur der Sache nach kann es nicht anders sein. Der Begriff der Species ist ebenso gut relativ, und nicht absolut, wie der Begriff der Varietät, Gattung, Familie, Ordnung, Classe u. s. w. Ich habe dies in der Kritik des Speciesbegriffes in meiner generellen Morphologie ausführlich nachgewiesen (Gen. Morph. II, 323—364). Ich will mit dieser unerquicklichen Erörterung hier keine Zeit verlieren, und nur noch ein paar Worte über das Verhältniß der Species zur Bastardzeugung sagen. Früher galt es als Dogma, daß zwei gute Arten niemals mit einander Bastarde zeugen könnten, welche sich als solche fortpflanzten. Man berief sich dabei fast immer auf die Bastarde von Pferd und Esel, die Maulthiere und Maulesel, die in der That nur selten sich fortpflanzen können. Allein solche unfruchtbare Bastarde sind, wie sich herausgestellt hat, seltene Ausnahmen, und in der Mehrzahl der Fälle sind Bastarde zweier ganz verschiedenen Arten fruchtbar und können sich fortpflanzen. Fast immer können sie mit einer der beiden Elternarten, bisweilen aber auch rein unter sich fruchtbar sich vermischen. Daraus können aber nach dem „Gesetze der vermischten Vererbung“ ganz neue Formen entstehen.

In der That ist so die Bastardzeugung eine Quelle der Entstehung neuer Arten, verschieden von der bisher betrachteten Quelle der natürlichen Züchtung. Schon früher habe ich gelegentlich solche Bastard-Arten (Species hybridae) angeführt, insbesondere das Hasenkaninchen (*Lepus Darwinii*), welches aus der Kreuzung von Hasen-Männchen mit Kaninchen-Weibchen entsprungen ist, das Ziegenbock (Capra ovina), welches aus der Paarung des Ziegenbocks mit dem weiblichen Schafe entstanden ist, ferner verschiedene Arten der Disteln (*Cirsium*), der Brombeeren (*Rubus*) u. s. w. (S. 130—132). Vielleicht sind viele wilde Species auf diesem Wege entstanden, wie es auch Linné schon annahm. Jedenfalls aber beweisen diese Bastard-Arten, die sich so gut wie reine Species erhalten und fortpflanzen, daß die Bastardzeugung nicht dazu dienen kann, den Begriff der Species irgendwie zu charakterisiren.

Daß die vielen vergeblichen Versuche, den Speciesbegriff theoretisch festzustellen, mit der praktischen Speciesunterscheidung gar Nichts zu thun haben, wurde schon früher angeführt (S. 45). Die verschiedenartige praktische Verwerthung des Speciesbegriffs, wie sie sich in der systematischen Zoologie und Botanik durchgeführt findet, ist sehr lehrreich für die Erkenntniß der menschlichen Thorheit. Die bei weitem überwiegende Mehrzahl der Zoologen und Botaniker war bisher bei Unterscheidung und Beschreibung der verschiedenen Thier- und Pflanzenformen vor Allem bestrebt, die verwandten Formen als „gute Species“ scharf zu trennen. Allein eine scharfe und folgerichtige Unterscheidung solcher „echten oder guten Arten“ zeigte sich fast nirgendß möglich. Es giebt nicht zwei Zoologen, nicht zwei Botaniker, welche in allen Fällen darüber einig wären, welche von den nahe verwandten Formen einer Gattung gute Arten seien und welche nicht. Alle Autoren haben darüber verschiedene Ansichten. Bei der Gattung *Hieracium* z. B., einer der gemeinsten deutschen Pflanzengattungen, hat man über 300 Arten in Deutschland allein unterschieden. Der Botaniker Fries läßt davon aber nur 106, Koch nur 52 als „gute Arten“ gelten, und Andere nehmen deren kaum 20 an. Ebenso groß sind die Differenzen bei den Brombeerarten (*Rubus*). Wo der eine Botaniker über hundert Arten macht, nimmt der zweite bloß etwa die Hälfte, ein dritter nur fünf bis sechs oder noch weniger Arten an. Die Vögel Deutschlands kennt man seit längerer Zeit sehr genau. Bechstein hat in seiner sorgfältigen Naturgeschichte der deutschen Vögel 367 Arten unterschieden, L. Reichenbach 379, Meyer und Wolff 406, und der vogelkundige Pastor Brehm sogar mehr als 900 verschiedene Arten.

Sie sehen also, daß die größte Willkür hier wie in jedem anderen Gebiete der zoologischen und botanischen Systematik herrscht, und der Natur der Sache nach herrschen muß. Denn es ist ganz unmöglich, Varietäten, Spielarten und Rassen von den sogenannten „guten Arten“ scharf zu unterscheiden. Varietäten sind beginnende Arten. Aus der Variabilität oder Anpassungsfähigkeit der

Arten folgt mit Nothwendigkeit unter dem Einflusse des Kampfes ums Dasein die immer weiter gehende Sonderung oder Differenzirung der Spielarten, die beständige Divergenz der neuen Formen, und indem diese durch Erblichkeit eine Anzahl von Generationen hindurch constant erhalten werden, während die vermittelnden Zwischenformen aussterben, bilden sie selbstständige „neue Arten“. Die Entstehung neuer Species durch die Arbeitstheilung oder Sonderung, Divergenz oder Differenzirung der Varietäten, ist mithin eine nothwendige Folge der natürlichen Züchtung⁸⁷⁾.

Dasselbe gilt nun auch von dem zweiten großen Gesetze, welches wir unmittelbar aus der natürlichen Züchtung ableiten, und welches dem Divergenzgesetze zwar sehr nahe verwandt, aber keineswegs damit identisch ist, nämlich von dem Gesetze des Fortschritts (Progressus) oder der Vervollkommnung (Teleosis). (Gen. Morph. II, 257.) Auch dieses große und wichtige Gesetz ist gleich dem Differenzirungsgesetze längst empirisch durch die paläontologische Erfahrung festgestellt worden, ehe uns Darwin's Selectionstheorie den Schlüssel zu seiner urfächlichen Erklärung lieferte. Die meisten ausgezeichneten Paläontologen haben das Fortschrittsgesetz als allgemeinstes Resultat ihrer Untersuchungen über die Versteinerungen und deren historische Reihenfolge hingestellt, so namentlich der verdienstvolle Bronn, dessen Untersuchungen über die Gestaltungsgesetze¹⁸⁾ und Entwicklungsgesetze¹⁹⁾ der Organismen, obwohl wenig gewürdigt, dennoch vortreflich sind, und die allgemeinste Beachtung verdienen. Die allgemeinen Resultate, zu welchen Bronn bezüglich des Differenzirungs- und Fortschrittsgesetzes auf rein empirischem Wege, durch außerordentlich fleißige, mühsame und sorgfältige Untersuchungen gekommen ist, sind glänzende Bestätigungen für die Wahrheit dieser beiden großen Gesetze, die wir als nothwendige Folgerungen aus der Selectionstheorie ableiten müssen.

Das Gesetz des Fortschritts oder der Vervollkommnung constatirt auf Grund der paläontologischen Erfahrung die äußerst wichtige Thatsache, daß zu allen Zeiten des organischen Lebens auf der Erde

eine beständige Zunahme in der Vollkommenheit der organischen Bildungen stattgefunden hat. Seit jener unvordenklichen Zeit, in welcher das Leben auf unserem Planeten mit der Urzeugung von Moneren begann, haben sich die Organismen aller Gruppen beständig im Ganzen wie im Einzelnen vervollkommnet und höher ausgebildet. Die stetig zunehmende Mannichfaltigkeit der Lebensformen war stets zugleich von Fortschritten in der Organisation begleitet. Je tiefer Sie in die Schichten der Erde hinabsteigen, in welchen die Reste der ausgestorbenen Thiere und Pflanzen begraben liegen, je älter die letzteren mithin sind, desto einförmiger, einfacher und unvollkommener sind ihre Gestalten. Dies gilt sowohl von den Organismen im Großen und Ganzen, als von jeder einzelnen größeren oder kleineren Gruppe derselben, abgesehen natürlich von jenen Ausnahmen, die durch Rückbildung einzelner Formen entstehen, und die wir nachher besprechen werden.

Zur Bestätigung dieses Gesetzes will ich Ihnen hier wieder nur die wichtigste von allen Thiergruppen, den Stamm der Wirbelthiere anführen. Die ältesten fossilen Wirbelthierreste, welche wir kennen, gehören der tiefstehenden Fischklasse an. Auf diese folgten späterhin die vollkommneren Amphibien, dann die Reptilien, und endlich in noch viel späterer Zeit die höchstorganisirten Wirbelthierclassen, die Vögel und Säugethiere. Von den letzteren erschienen zuerst nur die niedrigsten und unvollkommensten Formen, ohne Placenta, die Beutethiere, und viel später wiederum die vollkommneren Säugethiere, mit Placenta. Auch von diesen traten zuerst nur niedere, später höhere Formen auf, und erst in der jüngeren Tertiärzeit entwickelte sich aus den letzteren allmählich der Mensch.

Verfolgen Sie die historische Entwicklung des Pflanzenreichs, so finden Sie hier dasselbe Gesetz bestätigt. Auch von den Pflanzen existirte anfänglich bloß die niedrigste und unvollkommenste Classe, diejenige der Algen oder Lauge. Auf diese folgte später die Gruppe der farnkrautartigen Pflanzen oder Filicinen (Farne, Schafthalme, Schuppenpflanzen u. s. w.). Aber noch existirten keine Blüthen-

pflanzen oder Phanerogamen. Diese begannen erst später mit den Gymnospermen (Nadelhölzern und Tycadeen), welche in ihrer ganzen Bildung tief unter den übrigen Blüthenpflanzen (Angiospermen) stehen, und den Uebergang von jenen farnkrautartigen Pflanzen zu den Angiospermen vermitteln. Diese letzteren entwickelten sich wiederum viel später, und zwar waren auch hier anfangs bloß kronenlose Blüthenpflanzen (Monocotyledonen und Monochlamydeen), später erst kronenblüthige (Dichlamydeen) vorhanden. Endlich gingen unter diesen wieder die niederen Polypetalen den höheren Gamopetalen voraus. Diese ganze Reihenfolge ist ein unwiderleglicher Beweis für das große Gesetz der fortschreitenden Entwicklung.

Fragen wir nun, wodurch diese Thatsache bedingt ist, so kommen wir wiederum, gerade so wie bei der Thatsache der Differenzirung, auf die natürliche Züchtung im Kampf um das Dasein zurück. Wenn Sie noch einmal den ganzen Vorgang der natürlichen Züchtung, wie er durch die verwickelte Wechselwirkung der verschiedenen Vererbungs- und Anpassungsgesetze sich gestaltet, sich vor Augen stellen, so werden Sie als die nächste nothwendige Folge nicht allein die Divergenz des Charakters, sondern auch die Vervollkommnung desselben erkennen. Wir sehen ganz dasselbe in der Geschichte des menschlichen Geschlechts. Auch hier ist es natürlich und nothwendig, daß die fortschreitende Arbeitstheilung beständig die Menschheit fördert, und in jedem einzelnen Zweige der menschlichen Thätigkeit zu neuen Erfindungen und Verbesserungen antreibt. Im Großen und Ganzen beruht der Fortschritt selbst auf der Differenzirung und ist daher gleich dieser eine unmittelbare Folge der natürlichen Züchtung durch den Kampf um's Dasein.

Zwölfter Vortrag.

Entwicklungsgesetze der organischen Stämme und Individuen. Phylogenie und Ontogenie.

Entwicklungsgesetze der Menschheit: Differenzirung und Hervollkommnung. Mechanische Ursache dieser beiden Grundgesetze. Fortschritt ohne Differenzirung und Differenzirung ohne Fortschritt. Entstehung der rudimentären Organe durch Nichtgebrauch und Abgewöhnung. Ontogenese oder individuelle Entwicklung der Organismen. Allgemeine Bedeutung derselben. Ontogenie oder individuelle Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere, mit Inbegriff des Menschen. Eifurchung. Bildung der drei Keimblätter. Entwicklungsgeschichte des Centralnervensystems, der Extremitäten, der Kiemenbogen und des Schwanzes bei den Wirbeltieren. Ursächlicher Zusammenhang und Parallelismus der Ontogenese und Phylogenese, der individuellen und der Stammesentwicklung. Ursächlicher Zusammenhang des Parallelismus der Phylogenese und der systematischen Entwicklung. Parallelismus der drei organischen Entwicklungsreihen.

Meine Herren! Wenn der Mensch seine Stellung in der Natur begreifen und sein Verhältniß zu der für ihn erkennbaren Erscheinungswelt naturgemäß erfassen will, so ist es durchaus nothwendig, daß er objectiv die menschlichen Erscheinungen mit den außermenschlichen vergleicht, und vor allen mit den thierischen Erscheinungen. Wir haben bereits früher gesehen, daß die ungemein wichtigen physiologischen Gesetze der Vererbung und der Anpassung in ganz gleicher Weise für den menschlichen Organismus, wie für das Reich der Thiere

und Pflanzen ihre Geltung haben, und hier wie dort in Wechselwirkung mit einander stehen. Daher wirkt auch die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Dasein ebenso in der menschlichen Gesellschaft, wie im Leben der Thiere und Pflanzen umgestaltend ein, ruft hier wie dort immer neue Formen hervor. Ganz besonders wichtig ist diese Vergleichung der menschlichen und der thierischen Umgebungsphänomene bei Betrachtung des Divergenzgesetzes und des Fortschrittsgesetzes, der beiden Grundgesetze, die wir am Ende des letzten Vortrags als unmittelbare und nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein nachgewiesen haben.

Ein vergleichender Ueberblick über die Völkergeschichte oder die sogenannte „Weltgeschichte“ zeigt Ihnen zunächst als allgemeinstes Resultat eine beständig zunehmende Mannichfaltigkeit der menschlichen Thätigkeit, im einzelnen Menschenleben sowohl als im Familien- und Staatenleben. Diese Differenzirung oder Sonderung, diese stetig zunehmende Divergenz des menschlichen Charakters und der menschlichen Lebensform wird hervorgebracht durch die immer weiter gehende und tiefer greifende Arbeitstheilung der Individuen. Während die ältesten und niedrigsten Stufen der menschlichen Cultur uns überall nahezu dieselben rohen und einfachen Verhältnisse vor Augen führen, bemerken wir in jeder folgenden Periode der Geschichte eine größere Mannichfaltigkeit in Sitten, Gebräuchen und Einrichtungen bei den verschiedenen Nationen. Die zunehmende Arbeitstheilung bedingt eine steigende Mannichfaltigkeit der Formen in jeder Beziehung. Das spricht sich selbst in der menschlichen Gesichtsbildung aus. Unter den niedersten Volksstämmen gleichen sich die meisten Individuen so sehr, daß die europäischen Reisenden dieselben oft gar nicht unterscheiden können. Mit zunehmender Cultur differenzirt sich die Physiognomie der Individuen. Endlich bei den höchst entwickelten Culturvölkern, bei Engländern und Deutschen, geht die Divergenz der Gesichtsbildung bei allen stammverwandten Individuen so weit, daß wir nur selten in die Verlegenheit kommen, zwei Gesichter gänzlich mit einander zu verwechseln.

Als zweites oberstes Grundgesetz tritt uns in der Völkergeschichte das große Gesetz des Fortschritts oder der Vervollkommnung entgegen. Im Großen und Ganzen ist die Geschichte der Menschheit die Geschichte ihrer fortschreitenden Entwicklung. Freilich kommen überall und zu jeder Zeit Rückschritte im Einzelnen vor, oder es werden schiefe Bahnen des Fortschritts eingeschlagen, welche nur einer einseitigen und äußerlichen Vervollkommnung entgegenführen, und dabei von dem höheren Ziele der inneren und werthvolleren Vervollkommnung sich mehr und mehr entfernen. Allein im Großen und Ganzen ist und bleibt die Entwicklungsbewegung der ganzen Menschheit eine fortschreitende, indem der Mensch sich immer weiter von seinen affenartigen Vorfahren entfernt und immer mehr seinen selbstgesteckten idealen Zielen nähert.

Wenn Sie nun erkennen wollen, durch welche Ursachen eigentlich diese beiden großen Entwicklungsgesetze der Menschheit, das Divergenzgesetz und das Fortschrittsgesetz bedingt sind, so müssen Sie dieselben mit den entsprechenden Entwicklungsgesetzen der Thierheit vergleichen, und Sie werden bei tieferem Eingehen nothwendig zu dem Schlusse kommen, daß sowohl die Erscheinungen wie ihre Ursachen in beiden Fällen ganz dieselben sind. Ebenso in dem Entwicklungsgange der Menschenwelt wie in demjenigen der Thierwelt sind die beiden Grundgesetze der Differenzirung und Vervollkommnung lediglich durch rein mechanische Ursachen bedingt, lediglich die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein.

Vielleicht hat sich Ihnen bei der vorhergehenden Betrachtung die Frage aufgedrängt: „Sind nicht diese beiden Gesetze identisch? Ist nicht immer der Fortschritt nothwendig mit der Divergenz verbunden?“ Diese Frage ist oft bejaht worden, und Carl Ernst Bär z. B., einer der größten Forscher im Gebiete der Entwicklungsgeschichte, hat als eines der obersten Gesetze in der Ontogenese des Thierkörpers den Satz ausgesprochen: „Der Grad der Ausbildung (oder Vervollkommnung) besteht in der Stufe der Sonderung (oder Differenzirung) der Theile“²⁰). So richtig dieser Satz im Ganzen

ist, so hat er dennoch keine allgemeine Gültigkeit. Vielmehr zeigt sich in vielen einzelnen Fällen, daß Divergenz und Fortschritt keineswegs durchweg zusammenfallen. Nicht jeder Fortschritt ist eine Differenzirung, und nicht jede Differenzirung ist ein Fortschritt.

Was zunächst die Vervollkommnung oder den Fortschritt betrifft, so hat man schon früher, durch rein anatomische Betrachtungen geleitet, das Gesetz aufgestellt, daß allerdings die Vervollkommnung des Organismus größtentheils auf der Arbeitstheilung der einzelnen Organe und Körpertheile beruht, daß es jedoch auch andere organische Umbildungen giebt, welche einen Fortschritt in der Organisation bedingen. Eine solche ist besonders die Zahlverminderung gleichartiger Theile. Wenn Sie z. B. die niederen krebsartigen Gliederthiere, welche sehr zahlreiche Beinpaare besitzen, vergleichen mit den Spinnen, die stets nur vier Beinpaare, und mit den Insecten, die stets nur drei Beinpaare besitzen, so finden Sie dieses Gesetz, für welches eine Masse von Beispielen sich anführen läßt, bestätigt. Die Zahlreduction der Beinpaare ist ein Fortschritt in der Organisation der Gliederthiere. Ebenso ist die Zahlreduction der gleichartigen Wirbelabschnitte des Rumpfes bei den Wirbelthieren ein Fortschritt in deren Organisation. Die Fische und Amphibien mit einer sehr großen Anzahl von gleichartigen Wirbeln sind schon deshalb unvollkommener und niedriger als die Vögel und Säugethiere, bei denen die Wirbel nicht nur im Ganzen viel mehr differenzirt, sondern auch die Zahl der gleichartigen Wirbel viel geringer ist. Nach demselben Gesetze der Zahlverminderung sind ferner die Blüthen mit zahlreichen Staubfäden unvollkommener als die Blüthen der verwandten Pflanzen mit einer geringen Staubfadenzahl u. s. w. Wenn also ursprünglich eine sehr große Anzahl von gleichartigen Theilen im Körper vorhanden war, und wenn diese Zahl im Laufe zahlreicher Generationen allmählich abnahm, so war diese Umbildung eine Vervollkommnung.

Ein anderes Fortschrittsgesetz, welches von der Differenzirung ganz unabhängig, ja sogar dieser gewissermaßen entgegengesetzt er-

scheint, ist das Gesetz der Centralisation. Im Allgemeinen ist der ganze Organismus um so vollkommener, je einheitlicher er organisiert ist, je mehr die Theile dem Ganzen untergeordnet, je mehr die Functionen und ihre Organe centralisirt sind. So ist z. B. das Blutgefäßsystem da am vollkommensten, wo ein centralisirtes Herz da ist. Ebenso ist die zusammengedrückte Markmasse, welche das Rückenmark der Wirbelthiere und das Bauchmark der höheren Gliedertiere bildet, vollkommener, als die decentralisirte Ganglienkette der niederen Gliedertiere und das zerstreute Gangliensystem der Weichthiere. Bei der Schwierigkeit, welche die Erläuterung dieser verwickeltesten Fortschrittsgesetze im Einzelnen hat, kann ich hier nicht näher darauf eingehen, und muß Sie bezüglich derselben auf Bronn's treffliche „Morphologische Studien“¹⁸⁾ und auf meine generelle Morphologie verweisen (Gen. Morph. I, 370, 550; II, 257—266).

Während Sie hier Fortschrittserscheinungen kennen lernten, die ganz unabhängig von der Divergenz sind, so begegnen Sie andrerseits sehr häufig Differenzirungen, welche keine Vervollkommnungen, sondern vielmehr das Gegentheil, Rückschritte sind. Es ist leicht einzusehen, daß die Umbildungen, welche jede Thier- und Pflanzenart erleidet, nicht immer Verbesserungen sein können. Vielmehr sind viele Differenzirungserscheinungen, welche von unmittelbarem Vortheil für den Organismus sind, insofern schädlich, als sie die allgemeine Leistungsfähigkeit desselben beeinträchtigen. Häufig findet ein Rückschritt zu einfacheren Lebensbedingungen und durch Anpassung an dieselben eine Differenzirung in rückschreitender Richtung statt. Wenn z. B. Organismen, die bisher frei lebten, sich an das parasitische Leben gewöhnen, so bilden sie sich dadurch zurück. Solche Thiere, die bisher ein wohlentwickeltes Nervensystem und scharfe Sinnesorgane, sowie freie Bewegung besaßen, verlieren dieselben, wenn sie sich an parasitische Lebensweise gewöhnen; sie bilden sich dadurch mehr oder minder zurück. Hier ist, für sich betrachtet, die Differenzirung ein Rückschritt, obwohl sie für den parasitischen Organismus selbst von Vortheil ist. Im Kampf um's Dasein würde ein solches Thier, das sich

gewöhnt hat, auf Kosten Anderer zu leben, durch Beibehaltung seiner Augen und Bewegungswerkzeuge, die ihm nichts mehr nützen, nur an Material verlieren; und wenn es diese Organe einbüßt, so kommt dafür eine Masse von Ernährungsmaterial, das zur Erhaltung dieser Theile verwandt wurde, anderen Theilen zu Gute. Im Kampf um's Dasein zwischen den verschiedenen Parasiten werden daher diejenigen, welche am wenigsten Ansprüche machen, im Vortheil vor den anderen sein, und dies begünstigt ihre Rückbildung.

Ebenso wie in diesem Falle mit den ganzen Organismen, so verhält es sich auch mit den Körpertheilen des einzelnen Organismus. Auch eine Differenzirung dieser Theile, welche zu einer theilweisen Rückbildung, und schließlich selbst zum Verlust einzelner Organe führt, ist an sich betrachtet ein Rückschritt, kann aber für den Organismus im Kampf um's Dasein von Vortheil sein. Man kämpft leichter und besser, wenn man unnützes Gepäck fortwirft. Daher begegnen wir überall im entwickelteren Thier- und Pflanzenkörper Divergenzprocessen, welche wesentlich die Rückbildung und schließlich den Verlust einzelner Theile bewirken. Hier tritt uns nun vor Allen die höchst wichtige und lehrreiche Erscheinungsreihe der rudimentären oder verkümmerten Organe entgegen.

Sie erinnern sich, daß ich schon im ersten Vortrage diese außerordentlich merkwürdige Erscheinungsreihe als eine der wichtigsten in theoretischer Beziehung hervorgehoben habe, als einen der schlagendsten Beweisgründe für die Wahrheit der Abstammungslehre. Wir bezeichneten als rudimentäre Organe solche Theile des Körpers, die für einen bestimmten Zweck eingerichtet und dennoch ohne Function sind. Ich erinnere Sie an die Augen derjenigen Thiere, welche in Höhlen oder unter der Erde im Dunkeln leben, und daher niemals ihre Augen gebrauchen können. Bei diesen Thieren finden wir unter der Haut versteckt wirkliche Augen, oft gerade so gebildet wie die Augen der wirklich sehenden Thiere; und dennoch functioniren diese Augen niemals, und können nicht functioniren, schon einfach aus dem Grunde, weil dieselben von dem undurchsichtigen Felle überzogen sind und da-

her kein Lichtstrahl in sie hineinfällt (vergl. oben S. 13). Bei den Vorfahren dieser Thiere, welche frei am Tageslichte lebten, waren die Augen wohl entwickelt, von der durchsichtigen Hornhaut überzogen und dienten wirklich zum Sehen. Aber als sie sich nach und nach an unterirdische Lebensweise gewöhnten, sich dem Tageslicht entzogen und ihre Augen nicht mehr brauchten, wurden dieselben rückgebildet.

Sehr anschauliche Beispiele von rudimentären Organen sind ferner die Flügel von Thieren, welche nicht fliegen können, z. B. unter den Vögeln die Flügel der straußartigen Laufvögel, (Strauß, Casuar u. s. w.), bei welchen sich die Beine außerordentlich entwickelt haben. Diese Vögel haben sich das Fliegen abgewöhnt und haben dadurch den Gebrauch der Flügel verloren; allein die Flügel sind noch da, obwohl in verkümmertem Form. Sehr häufig finden Sie solche verkümmerte Flügel in der Klasse der Insecten, von denen die meisten fliegen können. Aus vergleichend anatomischen und anderen Gründen können wir mit Sicherheit den Schluß ziehen, daß alle jetzt lebenden Insecten (alle Netzflügler, Heuschrecken, Käfer, Bienen, Wanzen, Fliegen, Schmetterlinge u. s. w.) von einer einzigen gemeinsamen Elternform, einem Stamminsect abstammen, welches zwei entwickelte Flügelpaare und drei Beinpaare besaß. Nun giebt es aber sehr zahlreiche Insecten, bei denen entweder eines oder beide Flügelpaare mehr oder minder rückgebildet, und viele, bei denen sie sogar völlig verschwunden sind. In der ganzen Ordnung der Fliegen oder Dipteren z. B. ist das hintere Flügelpaar, bei den Drehflüglern oder Strepsipteren dagegen das vordere Flügelpaar verkümmert oder ganz verschwunden. Außerdem finden Sie in jeder Insectenordnung einzelne Gattungen oder Arten, bei denen die Flügel mehr oder minder rückgebildet oder verschwunden sind. Insbesondere ist letzteres bei Parasiten der Fall. Oft sind die Weibchen flügellos, während die Männchen geflügelt sind, z. B. bei den Leuchtkäfern oder Johanniskäfern (*Lampyris*), bei den Strepsiptern u. s. w. Offenbar ist diese theilweise oder gänzliche Rückbildung der Insectenflügel durch natürliche Züchtung im Kampf um's Dasein entstan-

den. Denn wir finden die Insecten vorzugsweise dort ohne Flügel, wo das Fliegen ihnen nutzlos oder sogar entschieden schädlich sein würde. Wenn z. B. Insecten, welche Inseln bewohnen, viel und gut fliegen, so kann es leicht vorkommen, daß sie beim Fliegen durch den Wind in das Meer geweht werden, und wenn (wie es immer der Fall ist) das Flugvermögen individuell verschieden entwickelt ist, so haben die schlechtfliegenden Individuen einen Vorzug vor den gutfliegenden; sie werden weniger leicht in das Meer geweht, und bleiben länger am Leben als die gutfliegenden Individuen derselben Art. Im Verlaufe vieler Generationen muß durch die Wirksamkeit der natürlichen Züchtung dieser Umstand nothwendig zu einer vollständigen Verkümmern der Flügel führen. Wenn man sich diesen Schluß rein theoretisch entwickelt hätte, so könnte man nur befriedigt sein, thatsächlich denselben bewahrheitet zu finden. In der That ist auf isolirt gelegenen Inseln das Verhältniß der flügellosen Insecten zu den mit Flügeln versehenen ganz auffallend groß, viel größer als bei den Insecten des Festlandes. So sind z. B. nach Wollaston von den 550 Käferarten, welche die Insel Madeira bewohnen, 200 flügellos oder mit so unvollkommenen Flügeln versehen, daß sie nicht mehr fliegen können; und von 29 Gattungen, welche jener Insel ausschließlich eigenthümlich sind, enthalten nicht weniger als 23 nur solche Arten. Offenbar ist dieser merkwürdige Umstand nicht durch die besondere Weisheit des Schöpfers zu erklären, sondern durch die natürliche Züchtung, indem hier der erbliche Nichtgebrauch der Flügel, die Abgewöhnung des Fliegens im Kampfe mit den gefährlichen Winden, den trägeren Käfern einen großen Vortheil im Kampf um's Dasein gewährte. Bei anderen flügellosen Insecten war der Flügelmangel aus anderen Gründen vortheilhaft. An sich betrachtet ist der Verlust der Flügel ein Rückschritt; aber für den Organismus unter diesen besonderen Lebensverhältnissen ist er ein Vortheil im Kampf um's Dasein.

Von anderen rudimentären Organen will ich hier noch beispiehsweise die Lungen der Schlangen und der schlangenartigen Eidechsen erwähnen. Alle Wirbelthiere, welche Lungen besitzen, Amphibien,

Reptilien, Vögel und Säugethiere, haben ein Paar Lungen, eine rechte und eine linke. Da aber, wo der Körper sich außerordentlich verdünnt und in die Länge streckt, wie bei den Schlangen und schlangenartigen Eidechsen, hat die eine Lunge neben der andern nicht mehr Platz, und es ist für den Mechanismus der Athmung ein offener Borthheil, wenn nur eine Lunge entwickelt ist. Eine einzige große Lunge leistet hier mehr, als zwei kleine neben einander, und daher finden wir bei diesen Thieren fast durchgängig die rechte oder die linke Lunge allein ausgebildet. Die andere ist ganz verkümmert, obwohl als unnützes Rudiment vorhanden. Ebenso ist bei allen Vögeln der rechte Eierstock verkümmert und ohne Function; der linke Eierstock allein ist entwickelt und liefert alle Eier.

Daß auch der Mensch solche ganz unnütze und überflüssige rudimentäre Organe besitzt, habe ich bereits im ersten Vortrage erwähnt, und damals die Muskeln, welche die Ohren bewegen, als solche angeführt. Außerdem gehört hierher das Rudiment des Schwanzes, welches der Mensch in seinen 3—5 Schwanzwirbeln besitzt, und welches beim menschlichen Embryo während der beiden ersten Monate der Entwicklung noch frei hervorsticht. (Vgl. Taf. II und III.) Späterhin verwächst es vollständig. Dieses verkümmerte Schwänzchen des Menschen ist ein unwiderleglicher Zeuge für die unleugbare Thatsache, daß er von geschwänzten Voreltern abstammt. Beim Weibe ist das Schwänzchen gewöhnlich um einen Wirbel länger, als beim Manne. Auch rudimentäre Muskeln sind am Schwanz des Menschen noch vorhanden, welche denselben vormals bewegten.

Ein anderes rudimentäres Organ des Menschen, welches aber bloß dem Manne zukommt, und welches ebenso bei sämtlichen männlichen Säugethieren sich findet, sind die Milchdrüsen an der Brust, welche in der Regel bloß beim weiblichen Geschlechte in Thätigkeit treten. Indessen kennt man von verschiedenen Säugethieren, namentlich vom Menschen, vom Schafe und von der Ziege, einzelne Fälle, in denen die Milchdrüsen auch beim männlichen Geschlechte wohl entwickelt waren und Milch zur Ernährung des Jungen lieferten. Daß

auch die rudimentären Ohrenmuskeln des Menschen von einzelnen Personen in Folge andauernder Uebung noch zur Bewegung der Ohren verwendet werden können, wurde bereits früher erwähnt (S. 12). Ueberhaupt sind die rudimentären Organe bei verschiedenen Individuen derselben Art oft sehr verschieden entwickelt, bei den einen ziemlich groß, bei den anderen sehr klein. Dieser Umstand ist für ihre Erklärung sehr wichtig, ebenso wie der andere Umstand, daß sie allgemein bei den Embryonen, oder überhaupt in sehr früher Lebenszeit, viel größer und stärker im Verhältniß zum übrigen Körper sind, als bei den ausgebildeten und erwachsenen Organismen. Insbesondere ist dies leicht nachzuweisen an den rudimentären Geschlechtsorganen der Pflanzen (Staubfäden und Griffeln), welche ich früher bereits angeführt habe. Diese sind verhältnißmäßig viel größer in der jungen Blüthenknospe als in der entwickelten Blüthe.

Schon damals (S. 14) bemerkte ich, daß die rudimentären oder verkümmerten Organe zu den stärksten Stützen der monistischen oder mechanistischen Weltanschauung gehören. Wenn die Gegner derselben, die Dualisten und Teleologen, das ungeheure Gewicht dieser Thatfachen begriffen, müßten sie dadurch zur Verzweiflung gebracht werden. Die lächerlichen Erklärungsversuche derselben, daß die rudimentären Organe vom Schöpfer „der Symmetrie halber“ oder „zur formalen Ausstattung“ oder „aus Rücksicht auf seinen allgemeinen Schöpfungsplan“ den Organismen verliehen seien, beweisen zur Genüge die völlige Ohnmacht jener verkehrten Weltanschauung. Ich muß hier wiederholen, daß, wenn wir auch gar Nichts von den übrigen Entwicklungsercheinungen wüßten, wir ganz allein schon auf Grund der rudimentären Organe die Descendenztheorie für wahr halten müßten. Kein Gegner derselben hat vermocht, auch nur einen schwachen Schimmer von einer annehmbaren Erklärung auf diese äußerst merkwürdigen und bedeutenden Erscheinungen fallen zu lassen. Es gibt beinahe keine irgend höher entwickelte Thier- oder Pflanzenform, die nicht irgend welche rudimentäre Organe hätte, und fast immer läßt sich nachweisen, daß dieselben Producte der natürlichen Züchtung

sind, daß sie durch Nichtgebrauch oder durch Abgewöhnung verkümmert sind. Es ist der umgekehrte Bildungsprozeß, wie wenn neue Organe durch Angewöhnung an besondere Lebensbedingungen und durch Gebrauch eines noch unentwickelten Theiles entstehen. Zwar wird gewöhnlich von unsern Gegnern behauptet, daß die Entstehung ganz neuer Theile ganz und gar nicht durch die Descendenztheorie zu erklären sei. Indessen kann ich Ihnen versichern, daß diese Erklärung für denjenigen, der vergleichend-anatomische und physiologische Kenntnisse besitzt, nicht die mindeste Schwierigkeit hat. Jeder, der mit der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte vertraut ist, findet in der Entstehung ganz neuer Organe ebenso wenig Schwierigkeit, als hier auf der anderen Seite in dem völligen Schwunde der rudimentären Organe. Das Vergehen der letzteren ist an sich betrachtet das Gegenteil vom Entstehen der ersteren. Beide Prozesse sind Differenzirungserscheinungen, die wir gleich allen übrigen ganz einfach und mechanisch aus der Wirksamkeit der natürlichen Züchtung im Kampf um das Dasein erklären können.

Die unendlich wichtige Betrachtung der rudimentären Organe und ihrer Entstehung, die Vergleichung ihrer paläontologischen und ihrer embryologischen Entwicklung führt uns jetzt naturgemäß zur Erwägung einer der wichtigsten und größten biologischen Erscheinungsreihen, nämlich des Parallelismus, welchen uns die Fortschritts- und Divergenzerscheinungen in dreifach verschiedener Beziehung darbieten. Als wir im Vorhergehenden von Vervollkommnung und Arbeitstheilung sprachen, verstanden wir darunter diejenigen Fortschritts- und Sonderungsbewegungen, und diejenigen dadurch bewirkten Umbildungen, welche in dem langen und langsamen Verlaufe der Erdgeschichte zu einer beständigen Veränderung der Flora und Fauna, zu einem Entstehen neuer und Vergehen alter Thier- und Pflanzenarten geführt haben. Ganz denselben Erscheinungen des Fortschritts und der Differenzirung begegnen wir nun aber auch, und zwar in derselben Reihenfolge, wenn wir die Entstehung, die Entwicklung und den Lebenslauf jedes einzelnen organischen Individuums verfolgen. Die

individuelle Entwicklung oder die Ontogenese jedes einzelnen Organismus vom Ei an aufwärts bis zur vollendeten Form, besteht in nichts anderem, als im Wachsthum und in einer Reihe von Differenzirungs- und Fortschrittsbewegungen. Dies gilt in gleicher Weise von den Thieren, wie von den Pflanzen und Protisten. Wenn Sie z. B. die Ontogenie irgend eines Säugethiers, des Menschen, des Affen oder des Beutelhiers betrachten, oder die individuelle Entwicklung irgend eines anderen Wirbelthiers aus einer anderen Klasse verfolgen, so finden Sie überall wesentlich dieselben Erscheinungen. Jedes dieser Thiere entwickelt sich ursprünglich aus einer einfachen Zelle, dem Ei. Diese Zelle vermehrt sich durch Theilung, bildet einen Zellenhaufen, und durch Wachsthum dieses Zellenhaufens, durch ungleichartige Ausbildung der ursprünglich gleichartigen Zellen, durch Arbeitstheilung und Vervollkommnung derselben, entsteht der vollkommene Organismus, dessen verwickelte Zusammensetzung wir bewundern.

Hier scheint es mir nun unerlässlich, Ihre Aufmerksamkeit etwas eingehender auf jene unendlich wichtigen und interessanten Vorgänge hinzulenken, welche die Ontogenese oder die individuelle Entwicklung der Organismen, und ganz vorzüglich diejenige der Wirbelthiere mit Einschluß des Menschen begleiten. Ich möchte diese außerordentlich merkwürdigen und lehrreichen Erscheinungen ganz besonders Ihrem eingehendsten Nachdenken empfehlen, einerseits, weil dieselben zu den stärksten Stützen der Descendenztheorie gehören, andererseits, weil dieselben bisher nur von Wenigen entsprechend ihrer unermesslichen allgemeinen Bedeutung gewürdigt worden sind.

Man muß in der That erstaunen, wenn man die tiefe Unkenntniß erwägt, welche noch gegenwärtig in den weitesten Kreisen über die Thatsachen der individuellen Entwicklung des Menschen und der Organismen überhaupt herrscht. Diese Thatsachen, deren allgemeine Bedeutung man nicht hoch genug anschlagen kann, wurden in ihren wichtigsten Grundzügen schon vor mehr als einem Jahrhundert, im Jahre 1759, von dem großen deutschen Naturforscher Caspar Friedrich Wolff in seiner klassischen „*Theoria generationis*“ fest-

gestellt. Aber gleichwie Lamarck's 1809 begründete Descendenztheorie ein halbes Jahrhundert hindurch schlummerte und erst 1859 durch Darwin zu neuem unsterblichem Leben erweckt wurde, so blieb auch Wolff's Theorie der Epigenesis fast ein halbes Jahrhundert hindurch unbekannt, und erst nachdem Oken 1806 seine Entwicklungsgeschichte des Darmkanals veröffentlicht und Meckel 1812 Wolff's Arbeit über denselben Gegenstand in's Deutsche übersetzt hatte, wurde Wolff's Theorie der Epigenesis allgemeiner bekannt, und die Grundlage aller folgenden Untersuchungen über individuelle Entwicklungsgeschichte. Das Studium der Ontogenesis nahm nun einen mächtigen Aufschwung, und bald erschienen die klassischen Untersuchungen der beiden Freunde Christian Pander (1817) und Carl Ernst Bär (1819). Insbesondere wurde durch Bär's epochemachende „Entwicklungsgeschichte der Thiere“²⁰⁾ die Ontogenie der Wirbelthiere in allen ihren bedeutendsten Thatsachen durch so vortreffliche Beobachtungen festgestellt, und durch so vorzügliche philosophische Reflexionen erläutert, daß sie für das Verständniß dieser wichtigsten Thiergruppe, zu welcher ja auch der Mensch gehört, die unentbehrliche Grundlage wurde. Jene Thatsachen würden für sich allein schon ausreichen, die Frage von der Stellung des Menschen in der Natur und somit das höchste aller Probleme zu lösen. Betrachten Sie aufmerksam und vergleichend die acht Figuren, welche auf den nachstehenden Tafeln II und III abgebildet sind, und Sie werden erkennen, daß man die philosophische Bedeutung der Embryologie nicht hoch genug anschlagen kann. (Siehe S. 272, 273.)

Nun darf man wohl fragen: Was wissen unsere sogenannten „gebildeten“ Kreise, die auf die hohe Cultur des neunzehnten Jahrhunderts sich so Viel einbilden, von diesen wichtigsten biologischen Thatsachen, von diesen unentbehrlichen Grundlagen für das Verständniß ihres eigenen Organismus? Was wissen unsere speculativen Philosophen und Theologen davon, welche durch reine Speculationen oder durch göttliche Inspirationen das Verständniß des menschlichen Organismus gewinnen zu können meinen? Ja was wissen selbst die

meisten Naturforscher davon, die Mehrzahl der sogenannten „Zoo-
logen“ (mit Einschluß der Entomologen!) nicht ausgenommen?

Die Antwort auf diese Frage fällt sehr beschämend aus, und wir müssen wohl oder übel eingestehen, daß jene unschätzbaren That-
sachen der menschlichen Ontogenie noch heute den Meisten entweder
ganz unbekannt sind, oder doch keineswegs in gebührender Weise ge-
würdigt werden. Hierbei werden wir deutlich gewahr, auf welchem
schiefen und einseitigen Wege sich die vielgerühmte Bildung des neun-
zehnten Jahrhunderts noch gegenwärtig befindet. Unwissenheit und
Aberglauben sind die Grundlagen, auf denen sich die meisten Men-
schen das Verständniß ihres eigenen Organismus und seiner Bezie-
hungen zur Gesamtheit der Dinge aufbauen, und jene handgreif-
lichen Thatfachen der Entwicklungsgeschichte, welche das Licht der
Wahrheit darüber verbreiten könnten, werden ignorirt. Allerdings
sind diese Thatfachen nicht geeignet, Wohlgefallen bei denjenigen zu
erregen, welche einen durchgreifenden Unterschied zwischen dem Men-
schen und der übrigen Natur annehmen und namentlich den thierischen
Ursprung des Menschengeschlechts nicht zugeben wollen. Insbesondere
müssen bei denjenigen Völkern, bei denen in Folge von falscher Auf-
fassung der Erblichkeitsgesetze eine erbliche Kasteneintheilung existirt,
die Mitglieder der herrschenden privilegierten Kasten dadurch sehr unan-
genehm berührt werden. Bekanntlich geht heute noch in vielen Cul-
turländern die erbliche Abstufung der Stände so weit, daß z. B. der
Adel ganz anderer Natur, als der Bürgerstand zu sein glaubt, und
daß Edelleute, welche ein entehrendes Verbrechen begehen, zur Strafe
dafür aus der Adelskaste ausgestoßen und in die Paria-kaste des „ge-
meinen“ Bürgerstandes hinabgeschleudert werden. Was sollen diese
Edelleute noch von dem Vollblut, das in ihren privilegierten Adern
rollt, denken, wenn sie erfahren, daß alle menschlichen Embryonen,
adelige ebenso wie bürgerliche, während der ersten beiden Monate der
Entwicklung von den geschwänzten Embryonen des Hundes und an-
derer Säugethiere kaum zu unterscheiden sind?

Da die Absicht dieser Vorträge lediglich ist, die allgemeine Erkennt-

niß der natürlichen Wahrheiten zu fördern, und eine naturgemäße Anschauung von den Beziehungen des Menschen zur übrigen Natur in weiteren Kreisen zu verbreiten, so werden Sie es hier gewiß gerechtfertigt finden, wenn ich jene weit verbreiteten Vorurtheile von einer privilegierten Ausnahmestellung des Menschen in der Schöpfung nicht berücksichtige, und Ihnen einfach die embryologischen Thatfachen vorführe, aus denen Sie selbst sich die Schlüsse von der Grundlosigkeit jener Vorurtheile bilden können. Ich möchte Sie um so mehr bitten, über diese Thatfachen der Ontogenie eingehend nachzudenken, als es meine feste Ueberzeugung ist, daß die allgemeine Kenntniß derselben nur die intellectuelle Beredelung und somit die geistige Vervollkommnung des Menschengeschlechts fördern kann.

Aus dem unendlich reichen und interessanten Erfahrungsmaterial, welches in der Ontogenie oder individuellen Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere vorliegt, beschränke ich mich hier darauf, Ihnen einige von denjenigen Thatfachen vorzuführen, welche sowohl für die Descendenztheorie im Allgemeinen, als für deren besondere Anwendung auf den Menschen von der höchsten Bedeutung sind. Der Mensch ist im Beginn seiner individuellen Existenz ein einfaches Ei, eine einzige kleine Zelle, so gut wie jeder andere thierische Organismus, welcher auf dem Wege der geschlechtlichen Zeugung entsteht. Das menschliche Ei ist wesentlich demjenigen aller anderen Säugethiere gleich, und namentlich von dem Ei der höheren Säugethiere absolut nicht zu unterscheiden. Das in Fig. 5 abgebildete Ei könnte ebenso gut vom Menschen oder vom Affen, als vom Hunde, vom Pferde oder irgend einem anderen höheren Säugethiere herrühren. Nicht allein die Form und Structur, sondern auch die Größe des Eies ist bei den meisten Säugethiern dieselbe wie beim Menschen, nämlich ungefähr $\frac{1}{100}$ Durchmesser, der 120ste Theil eines Zolles, so daß man das Ei unter günstigen Umständen mit bloßem Auge eben als ein feines Pünktchen wahrnehmen kann. Die Unterschiede, welche zwischen den Eiern der verschiedenen Säugethiere und Menschen wirklich vorhanden sind, bestehen nicht in der Formbildung, sondern in der chemi-

sehen Mischung, in der molekularen Zusammensetzung der eitweißartigen Kohlenstoffverbindung, aus welcher das Ei wesentlich besteht. Diese feinen individuellen Unterschiede aller Eier, welche auf der indirecten oder potentiellen Anpassung (und zwar speciell auf dem Gesetze der individuellen Anpassung) beruhen, sind zwar für die außerordentlich groben Erkenntnißmittel des Menschen nicht direkt sinnlich wahrnehmbar, aber durch wohlbegründete indirecte Schlüsse als die ersten Ursachen des Unterschiedes aller Individuen erkennbar.

Fig. 5.

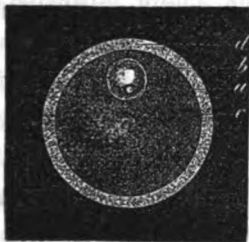


Fig. 5. Das Ei des Menschen, hundertmal vergrößert. *a* Kernkörperchen oder Nucleolus (sogenannter Keimfleck des Eies); *b* Kern oder Nucleus (sogenanntes Keimbläschen des Eies); *c* Zellstoff oder Protoplasma (sogenannter Dotter des Eies); *d* Zellhaut oder Membrana (Dotterhaut des Eies, beim Säugethier wegen ihrer Durchsichtigkeit Zona pellucida genannt.) Die Eier der anderen Säugethiere haben dieselbe Form.

Das Ei des Menschen ist, wie das aller anderen Säugethiere, ein kugeliges Bläschen, welches alle wesentlichen Bestandtheile einer einfachen organischen Zelle enthält (Fig. 5). Der wesentlichste Theil desselben ist der schleimartige Zellstoff oder das Protoplasma (*c*), welches beim Ei „Dotter“ genannt wird, und der davon umschlossene Zellkern oder Nucleus (*b*), welcher hier den besonderen Namen des „Keimbläschens“ führt. Der letztere ist ein zartes, glasbelloes Eiweißkugeln von ungefähr $\frac{1}{10}$ Durchmesser, und umschließt noch ein viel kleineres, scharf abgegrenztes rundes Körnchen (*a*), das Kernkörperchen oder den Nucleolus der Zelle (beim Ei „Keimfleck“ genannt). Nach außen ist die kugelige Eizelle des Säugethiers durch eine dicke, glasartige Haut, die Zellenmembran oder Dotterhaut, abgeschlossen, welche hier den besonderen Namen der Zona pellucida führt (*d*). Die Eier vieler niederen Thiere (z. B. vieler Medusen) sind dagegen nackte Zellen, ohne jede äußere Hülle.

Sobald das Ei (Ovulum) des Säugethiers seinen vollen Reifegrad erlangt hat, tritt dasselbe aus dem Eierstock des Weibes, in dem

eß entstand, heraus, und gelangt in den Eileiter und durch diese enge Röhre in den weiteren Keimbehälter oder Fruchtbehälter (Uterus). Wird inzwischen das Ei durch den entgegenkommenden männlichen Samen (Sperma) befruchtet, so entwickelt es sich in diesem Behälter weiter zum Keim (Embryon), und verläßt denselben nicht eher, als bis der Keim vollkommen ausgebildet und fähig ist, als junges Säugethier durch den Geburtsakt in die Welt zu treten.

Die Formveränderungen und Umbildungen, welche das befruchtete Ei innerhalb des Keimbehälters durchlaufen muß, ehe es die Gestalt des jungen Säugethiers annimmt, sind äußerst merkwürdig, und verlaufen vom Anfang an beim Menschen ganz ebenso wie bei den übrigen Säugethieren. Zunächst benimmt sich das befruchtete Säugethierei gerade so, wie ein einzelliger Organismus, welcher sich auf seine Hand selbstständig fortpflanzen und vermehren will z. B. eine Amoebe (vergl. Fig. 2, S. 169). Die einfache Eizelle zerfällt nämlich durch den Proceß der Zellentheilung, welchen ich Ihnen bereits früher beschrieben habe, in zwei Zellen. Zunächst entstehen aus dem Keimfleck (dem Kernkörperchen der ursprünglichen einfachen Eizelle) zwei neue Kernkörperchen und ebenso dann aus dem Keimbläschen (dem Nucleus) zwei neue Zellkerne. Nun erst schnürt sich das kugelige Protoplasma durch eine Aequatorialsfurche dergestalt in zwei Hälften ab, daß jede Hälfte einen der beiden Kerne nebst Kernkörperchen umschließt. So sind aus der einfachen Eizelle innerhalb der ursprünglichen Zellenmembran zwei nackte Zellen geworden, jede mit ihrem Kern versehen (Fig. 6).

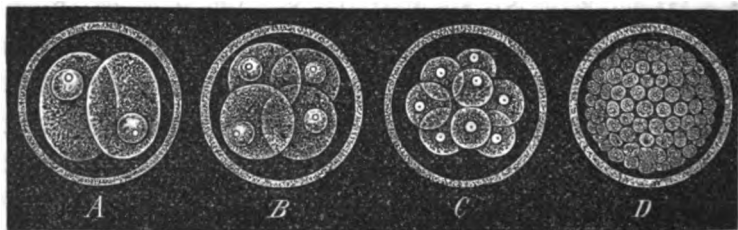


Fig. 6. Erster Beginn der Entwicklung des Säugethiereies, sogenannte „Eifurchung“ (Fortpflanzung der Eizelle durch wiederholte Selbsttheilung). A. Das

Es zerfällt durch Bildung der ersten Furche in zwei Zellen. *B.* Diese zerfallen durch Halbierung in vier Zellen. *C.* Diese letzteren sind in acht Zellen zerfallen. *D.* Durch fortgesetzte Theilung ist ein kugeliges Haufen von zahlreichen Zellen entstanden.

Derselbe Vorgang der Zellentheilung wiederholt sich nun mehrmals hinter einander. In der gleichen Weise entstehen aus zwei Zellen (Fig. 6A) vier (Fig. 6B); aus vier werden acht (Fig. 6C), aus acht sechzehn, aus diesen zweiunddreißig u. s. w. Jedesmal geht die Theilung des Kernkörperchens derjenigen des Kernes, und diese wiederum derjenigen des Zellstoffs oder Protoplasma vorher. Weil die Theilung des letzteren immer mit der Bildung einer oberflächlichen ringförmigen Furche beginnt, nennt man den ganzen Vorgang gewöhnlich die Furchung des Eies, und die Producte desselben, die kleinen, durch fortgesetzte Zweitheilung entstehenden Zellen die Furchungskugeln. Indessen ist der ganze Vorgang weiter Nichts als eine einfache, oft wiederholte Zellentheilung, und die Producte desselben sind echte, nackte Zellen. Schließlich entsteht aus der fortgesetzten Theilung oder „Furchung“ des Säugethierieies eine maulbeerförmige oder brombeerbörmige Kugel, welche aus sehr zahlreichen kleinen Kugeln, nackten kernhaltigen Zellen zusammengesetzt ist (Fig. 6D). Diese Zellen sind die Bausteine, aus denen sich der Leib des jungen Säugethiers aufbaut. Jeder von uns war einmal eine solche einfache, brombeerbörmige, aus lauter kleinen gleichen Zellen zusammengesetzte Kugel.

Die weitere Entwicklung des kugeligen Zellenhaufens, welcher den jungen Säugethierkörper jetzt repräsentirt, besteht zunächst darin, daß derselbe sich in eine kugelige Blase verwandelt, indem im Inneren sich Flüssigkeit ansammelt. Diese Blase nennt man Keimblase (*Vesicula blastodermica*). Die Wand derselben ist anfangs aus lauter gleichartigen Zellen zusammengesetzt. Bald aber entsteht an einer Stelle der Wand eine scheibenförmige Verdickung, indem sich hier die Zellen rasch vermehren; und diese Verdickung ist nun die Anlage für den eigentlichen Leib des Keimes oder Embryon, während der übrige Theil der Keimblase bloß zur Ernährung des Embryon ver-

wendet wird. Die verdickte Scheibe der Embryonalanlage nimmt bald eine länglich runde und dann, indem rechter und linker Seitenrand ausgeschweift werden, eine geigenförmige oder bisquitförmige Gestalt an (Fig. 7, S. 271). In diesem Stadium der Entwicklung, in der ersten Anlage des Keimes oder Embryo, sind nicht allein alle Säugethiere mit Inbegriff des Menschen, sondern sogar alle Wirbelthiere überhaupt, alle Säugethiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische, entweder gar nicht oder nur durch ihre Größe, oder durch ganz unwesentliche Formdifferenzen, sowie durch die Bildung der Eihüllen von einander zu unterscheiden. Bei Allen besteht der ganze Leib aus weiter Nichts, als aus einer ganz einfachen, länglichrunden, ovalen oder geigenförmigen, dünnen Scheibe, welche aus drei über einander liegenden, eng verbundenen Blättern zusammengesetzt ist. Jedes der drei Keimblätter besteht aus weiter Nichts, als aus gleichartigen Zellen; jedes hat aber eine andere Bedeutung für den Aufbau des Wirbelthierkörpers. Aus dem oberen oder äußeren Keimblatt entsteht bloß die äußere Oberhaut (Epidermis) nebst den Centraltheilen des Nervensystems (Rückenmark und Gehirn); aus dem unteren oder inneren Blatt entsteht bloß die innere zarte Haut (Epithelium), welche den ganzen Darmcanal vom Mund bis zum After, nebst allen seinen Anhangsdrüsen (Lunge, Leber, Speicheldrüsen u. s. w.) auskleidet; aus dem zwischen beiden gelegenen mittleren Keimblatt entstehen alle übrigen Organe.

Die Vorgänge nun, durch welche aus so einfachem Baumaterial, aus den drei einfachen, nur aus Zellen zusammengesetzten Keimblättern, die verschiedenartigen und höchst verwickelt zusammengesetzten Theile des reifen Wirbelthierkörpers entstehen, sind erstens wiederholte Theilungen und dadurch Vermehrung der Zellen, zweitens Arbeitstheilung oder Differenzirung dieser Zellen, und drittens Verbindung der verschiedenartig ausgebildeten oder differenzirten Zellen zur Bildung der verschiedenen Organe. So entsteht der stufenweise Fortschritt oder die Vervollkommnung, welche in der Ausbildung des embryonalen Leibes Schritt für Schritt zu verfolgen ist. Die ein-

fachen Embryonalzellen, welche den Wirbelthierkörper zusammensetzen wollen, verhalten sich wie Bürger, welche einen Staat gründen wollen. Die einen ergreifen diese, die anderen jene Thätigkeit, und bilden dieselbe zum Besten des Ganzen aus. Durch diese Arbeitstheilung oder Differenzirung, und die damit im Zusammenhang stehende Vervollkommnung (den organischen Fortschritt), wird es dem ganzen Staate möglich, Leistungen zu vollziehen, welche dem einzelnen Individuum unmöglich wären. Der ganze Wirbelthierkörper, wie jeder andere mehrzellige Organismus, ist ein republikanischer Zellenstaat, und daher kann derselbe organische Funktionen vollziehen, welche die einzelne Zelle als Einfiidler (z. B. eine Amöbe oder eine einzellige Pflanze) niemals leisten könnte.

Es wird keinem vernünftigen Menschen einfallen, in den zweckmäßigen Einrichtungen, welche zum Wohle des Ganzen und der Einzelnen in jedem menschlichen Staate getroffen sind, die zweckmäßige Thätigkeit eines persönlichen überirdischen Schöpfers erkennen zu wollen. Vielmehr weiß Jedermann, daß jene zweckmäßigen Organisationseinrichtungen des Staates die Folge von dem Zusammenwirken der einzelnen Bürger und ihrer Regierung, sowie von deren Anpassung an die Existenzbedingungen der Außenwelt sind. Ganz ebenso müssen wir aber auch den mehrzelligen Organismus beurtheilen. Auch in diesem sind alle zweckmäßigen Einrichtungen lediglich die natürliche und nothwendige Folge des Zusammenwirkens, der Differenzirung und Vervollkommnung der einzelnen Staatsbürger, der Zellen; und nicht etwa die künstlichen Einrichtungen eines zweckmäßig thätigen Schöpfers. Wenn Sie diesen Vergleich recht erwägen und weiter verfolgen, wird Ihnen deutlich die Verkehrtheit jener dualistischen Naturanschauung klar werden, welche in der Zweckmäßigkeit der Organisation die Wirkung eines schöpferischen Bauplans sucht.

Lassen Sie uns nun die individuelle Entwicklung des Wirbelthierkörpers noch einige Schritte weiter verfolgen, und sehen, was die Staatsbürger dieses embryonalen Organismus zunächst anfangen. In der Mittellinie der geigenförmigen Scheibe, welche aus den drei

zelligen Keimblättern zusammengesetzt ist, entsteht eine gerade feine Furche, die sogenannte „Primitivrinne“, durch welche der keigenförmige Leib in zwei gleiche Seitenhälften abgetheilt wird, ein rechtes und ein linkes Gegenstück oder Antimer. Beiderseits jener Rinne oder Furche erhebt sich das obere oder äußere Keimblatt in Form einer Längsfalte, und beide Falten wachsen dann über der Rinne in der Mittellinie zusammen und bilden so ein cylindrisches Rohr. Dieses Rohr heißt das Markrohr oder Medullarrohr, weil es die Anlage des Centralnervensystems, des Rückenmarks (Medulla spinalis) ist. Anfangs ist dasselbe vorn und hinten zugespitzt, und so bleibt dasselbe bei den niedersten Wirbelthieren, den gehirnlosen und schädellosen Lanzettthieren (Amphioxus) zeitlebens. Bei allen übrigen Wirbelthieren aber, die wir von letzteren als Schädelthiere oder Kranioten unterscheiden, wird alsbald ein Unterschied zwischen vorderem und hinterem Ende des Medullarrohrs sichtbar, indem das erstere sich aufbläht und in eine rundliche Blase, die Anlage des Gehirns verwandelt.

Bei allen Kranioten, d. h. bei allen mit Schädel und Gehirn versehenen Wirbelthieren, zerfällt das Gehirn, welches anfangs bloß die blasenförmige Aufstrebung vom vorderen Ende des Rückenmarks ist, bald in fünf hinter einander liegende Blasen, indem sich vier oberflächliche quere Einschnürungen bilden. Diese fünf Hirnblasen, aus denen sich späterhin alle verschiedenen Theile des so verwickelt gebauten Gehirns hervorbilden, sind an dem in Fig. 7 abgebildeten Embryo in ihrer ursprünglichen Anlage zu erblicken. Es ist ganz gleich, ob wir den Embryo eines Hundes, eines Huhnes, einer Schildkröte oder irgend eines anderen höheren Wirbelthieres betrachten. Denn die Embryonen der verschiedenen Schädelthiere (mindestens der drei höheren Klassen, der Reptilien, Vögel und Säugethiere) sind in dem, Fig. 7 dargestellten Stadium noch gar nicht zu unterscheiden. Die ganze Körperform ist noch höchst einfach, eine dünne, blattförmige Scheibe. Gesicht, Beine, Eingeweide u. s. w. fehlen noch gänzlich. Aber die fünf Hirnblasen sind schon deutlich von einander abgesetzt.

Fig. 7.

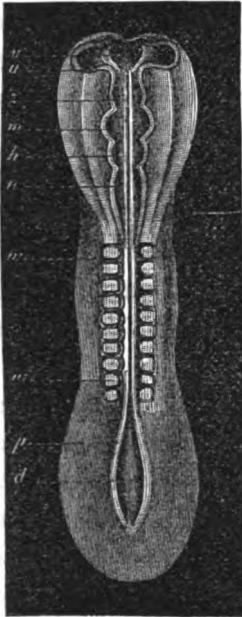


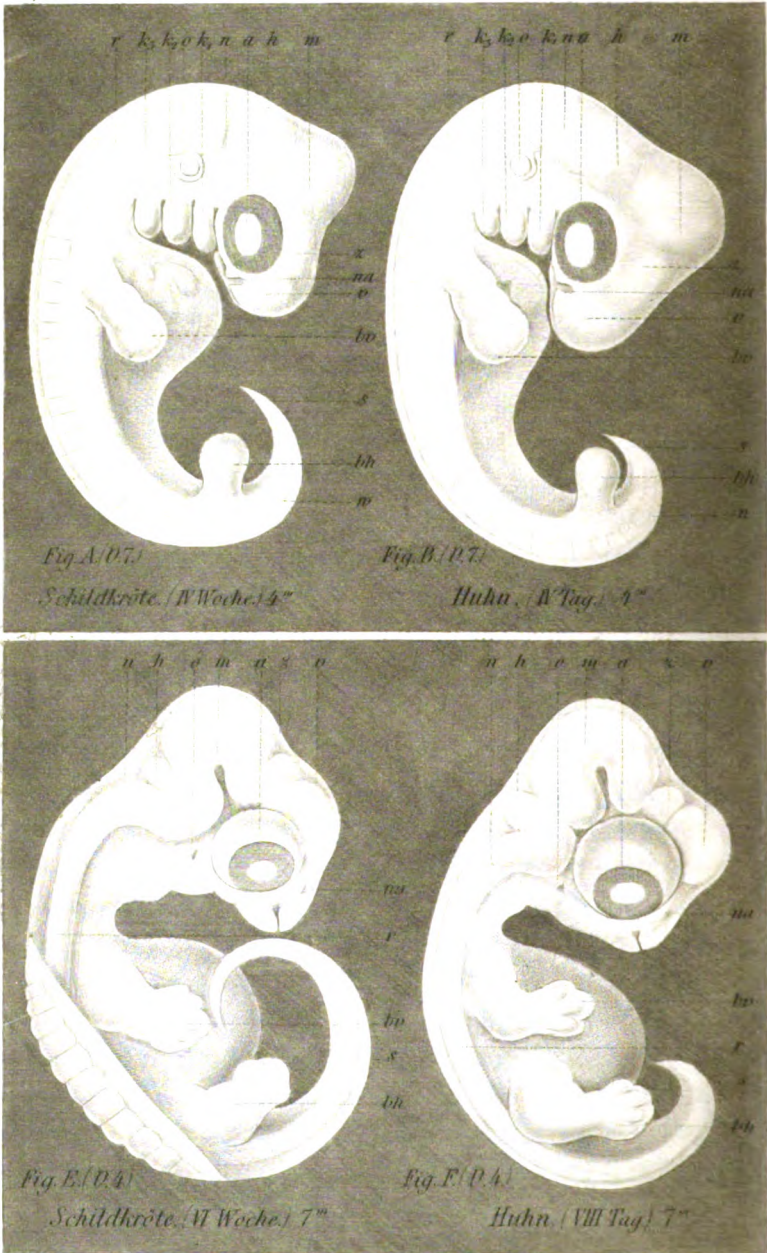
Fig. 7. Embryo eines Säugethieres oder Vogels, in dem soeben die fünf Hirnblasen angelegt sind. v Vorderhirn. z Zwischenhirn. m Mittelhirn. h Hinterhirn. n Nachhirn. p Rückenmark. a Augenblasen. w Urtwirbel. d Rückenstrang oder Chorda.

Die erste Blase, das Vorderhirn (v) ist insofern die wichtigste, als sie vorzugsweise die sogenannten großen Hemisphären, oder die Halbkugeln des großen Gehirns bildet, desjenigen Theiles, welcher der Sitz der höheren Geistesthätigkeiten ist. Je höher diese letzteren sich bei dem Wirbelthier entwickeln, desto mehr wachsen die beiden Seitenhälften des Vorderhirns oder die großen Hemisphären auf Kosten der vier übrigen Blasen und legen sich von vorn und oben her über die anderen herüber. Beim Menschen, wo sie verhältnißmäßig am stärksten entwickelt sind, entsprechend der höheren Geistesentwicklung, bedecken sie später die übrigen Theile von oben her fast ganz. (Vergl. Taf. II und III.) Die zweite Blase, das Zwischenhirn (z) bildet besonders denjenigen Gehirntheil, welchen man Sehhügel nennt, und steht in der nächsten Beziehung zu den Augen (a), welche als zwei Blasen rechts und links aus dem Vorderhirn hervortwachsen und später am Boden des Zwischenhirns liegen. Die dritte Blase, das Mittelhirn (m) geht größtentheils in der Bildung der sogenannten Vierhügel auf, eines hochgewölbten Gehirntheles, welches besonders bei den Reptilien und bei den Vögeln stark ausgebildet ist (Fig. E, F, Taf. II), während er bei den Säugethieren viel mehr zurücktritt (Fig. G, H, Taf. III). Die vierte Blase, das Hinterhirn (h) bildet die sogenannten kleinen Hemisphären oder die Halbkugeln nebst dem Mitteltheil des kleinen Gehirns (Cerebellum), einen Gehirntheil, über dessen Bedeutung

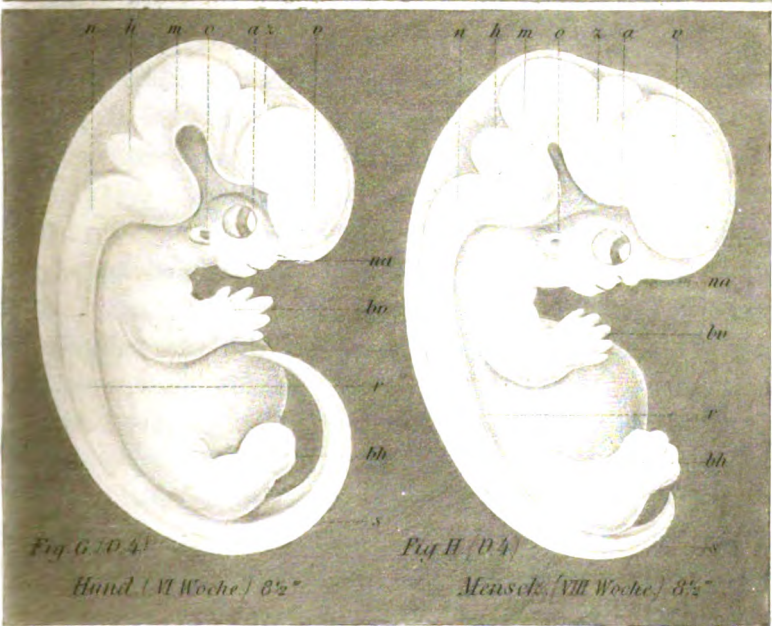
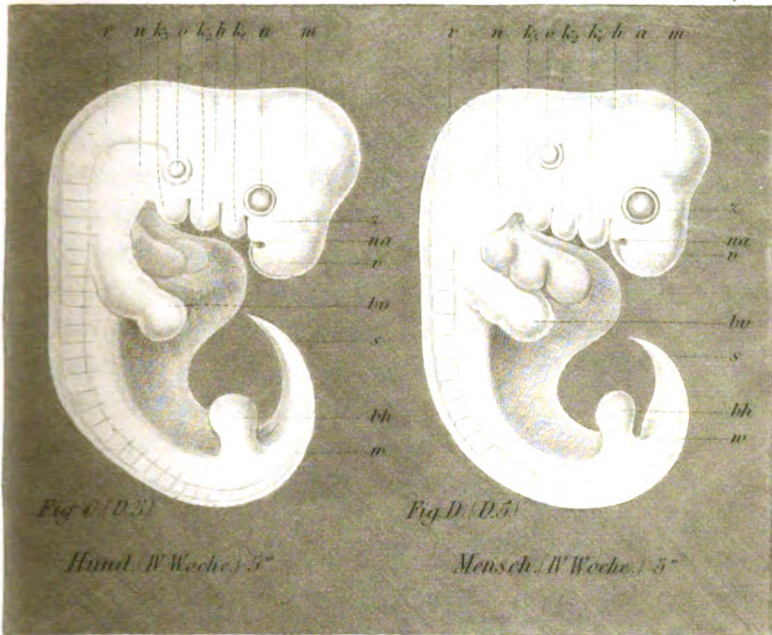
man die widersprechendsten Vermuthungen hegt, der aber vorzugsweise die Coordination der Bewegungen zu regeln scheint. Endlich die fünfte Blase, das Nachhirn (n), bildet sich zu demjenigen sehr wichtigen Theile des Centralnervensystems aus, welchen man das verlängerte Mark (Medulla oblongata) nennt. Es ist das Centralorgan der Athembewegungen und anderer wichtiger Functionen, und seine Verletzung führt sofort den Tod herbei, während man die großen Hemisphären des Vorderhirns (oder das Organ der „Seele“ im engeren Sinne) stückweise abtragen und zuletzt ganz vernichten kann, ohne daß das Wirbelthier deshalb stirbt; nur seine höheren Geistesthätigkeiten schwinden dadurch.

Diese fünf Hirnblasen sind ursprünglich bei allen Wirbelthieren, die überhaupt ein Gehirn besitzen, gleichmäßig angelegt, und bilden sich erst allmählich bei den verschiedenen Gruppen so verschiedenartig aus, daß es nachher sehr schwierig ist, in den ganz entwickelten Gehirnen die gleichen Theile wieder zu erkennen. In dem frühen Entwicklungsstadium, welches in Fig. 7 dargestellt ist, erscheint es noch ganz unmöglich, die Embryonen der verschiedenen Säugethiere, Vögel und Reptilien von einander zu unterscheiden. Wenn Sie dagegen die viel weiter entwickelten Embryonen auf Taf. II und III mit einander vergleichen, werden Sie schon deutlich die ungleichartige Ausbildung erkennen, und namentlich wahrnehmen, daß das Gehirn der beiden Säugethiere (G) und (H) schon stark von dem der Vögel (F) und Reptilien (E) abweicht. Bei letzteren beiden zeigt bereits das Mittelhirn, bei den ersteren dagegen das Vorderhirn sein Uebergewicht. Aber auch noch in diesem Stadium ist das Gehirn des Vogels (F) von dem der Schildkröte (E) kaum verschieden, und ebenso ist das Gehirn des Hundes (G) demjenigen des Menschen (H) jetzt noch fast gleich. Wenn Sie dagegen die Gehirne dieser vier Wirbelthiere im ausgebildeten Zustande mit einander vergleichen, so finden Sie dieselben in allen anatomischen Einzelheiten so sehr verschieden, daß Sie nicht einen Augenblick darüber in Zweifel sein können, welchem Thiere jedes Gehirn angehört.

THE
PUBLIC
ASTOR LENOX
TILDEN FOUNDATION



v. Vorderhirn. x. Zwischenhirn. m. Mittelhirn. h. Hinterhirn.
 u. Nachhirn. w. Wirbel. r. Rückenmark.



W. Grechmann sc.

na. Nase. a. Auge. c. Ohr. k_1, k_2, k_3 Kiemenbogen. s. Schwanz.
 bo. Vorderbein. bh. Hinterbein.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX
TILDEN FOUNDATION

Ich habe Ihnen hier die ursprüngliche Gleichheit und die erst allmählich eintretende und dann immer wachsende Sonderung oder Differenzirung des Embryon bei den verschiedenen Wirbelthieren speciell an dem Beispiele des Gehirns erläutert, weil gerade dieses Organ der Seelenthätigkeit von ganz besonderem Interesse ist. Ich hätte aber ebenso gut das Herz oder die Leber oder die Gliedmaßen, kurz jeden anderen Körpertheil statt dessen anführen können, da sich immer dasselbe Schöpfungswunder hier wiederholt, nämlich die That-
sache, daß alle Theile ursprünglich bei den verschiedenen Wirbelthieren gleich sind, und daß erst allmählich die Verschiedenheiten sich ausbilden, durch welche die verschiedenen Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen u. s. w. sich von einander sonders und abstufen.

Es giebt gewiß wenige Körpertheile, welche so verschiedenartig ausgebildet sind, wie die Gliedmaßen oder Extremitäten der verschiedenen Wirbelthiere. (Vergl. Taf. IV, S. 363, und deren Erklärung im Anhang). Nun bitte ich Sie, in Fig. A—H auf Taf. II und III die vorderen Extremitäten (bv) der verschiedenen Embryonen mit einander zu vergleichen, und Sie werden kaum im Stande sein, irgend welche bedeutende Unterschiede zwischen dem Arm des Menschen (Hbv), dem Flügel des Vogels (Fbv), dem schlanken Vorderbein des Hundes (Gbv) und dem plumpen Vorderbein der Schildkröte (Ebv) zu erkennen. Ebenso wenig werden Sie bei Vergleichung der hinteren Extremität (bh) in diesen Figuren herausfinden, wodurch das Bein des Menschen (Hbh) und des Vogels (Fbh), das Hinterbein des Hundes (Gbh) und der Schildkröte (Ebh) sich unterscheiden. Vordere sowohl als hintere Extremitäten sind jetzt noch kurze und breite Platten, an deren Endausbreitung die Anlagen der fünf Zehen noch durch Schwimnhaut verbunden sind. In einem noch früheren Stadium (Fig. A—D) sind die fünf Zehen noch nicht einmal angelegt, und es ist ganz unmöglich, auch nur vordere und hintere Gliedmaßen zu unterscheiden. Diese sowohl als jene sind nichts als ganz einfache, rundliche Fortsätze, welche aus der Seite des Kumpfes hervorgesproßt sind. In dem frühen Stadium, welches

Fig. 7 darstellt, fehlen dieselben überhaupt noch ganz, und der ganze Embryo ist ein einfacher Kumpf ohne eine Spur von Gliedmaßen.

An den auf Taf. II und III dargestellten Embryonen aus der vierten Woche der Entwicklung (Fig. A—D), in denen Sie jetzt wohl noch keine Spur des erwachsenen Thieres werden erkennen können, möchte ich Sie noch besonders aufmerksam machen auf eine äußerst wichtige Bildung, welche allen Wirbelthieren ursprünglich gemeinsam ist, welche aber späterhin zu den verschiedensten Organen ungebildet wird. Sie kennen gewiß Alle die Kiemenbogen der Fische, jene knöchernen Bogen, welche zu drei oder vier hinter einander auf jeder Seite des Halses liegen, und welche die Athmungsorgane der Fische, die Kiemen tragen (Doppelreihen von rothen Blättchen, welche das Volk „Fischhohren“ nennt). Diese Kiemenbogen nun sind beim Menschen (D) und beim Hunde (C), beim Huhne (B) und bei der Schildkröte (A) ursprünglich ganz ebenso vorhanden, wie bei allen übrigen Wirbelthieren. (In Fig. A—D sind die drei Kiemenbogen der rechten Halsseite mit den Buchstaben k 1, k 2, k 3 bezeichnet). Allein nur bei den Fischen bleiben dieselben in der ursprünglichen Anlage bestehen und bilden sich zu Athmungsorganen aus. Bei den übrigen Wirbelthieren werden dieselben theils zur Bildung des Gesichtes, theils zur Bildung des Gehörorgans verwendet.

Endlich will ich nicht verfehlen, Sie bei Vergleichung der auf Taf. II und III abgebildeten Embryonen nochmals auf das Schwänzchen des Menschen (s) aufmerksam zu machen, welches derselbe mit allen übrigen Wirbelthieren in der ursprünglichen Anlage theilt. Die Auffindung „geschwänzter Menschen“ wurde lange Zeit von vielen Monisten mit Sehnsucht erwartet, um darauf eine nähere Verwandtschaft des Menschen mit den übrigen Säugethieren begründen zu können. Und ebenso hoben ihre dualistischen Gegner oft mit Stolz hervor, daß der gänzliche Mangel des Schwanzes einen der wichtigsten körperlichen Unterschiede zwischen dem Menschen und den Thieren bilde, wobei sie nicht an die vielen schwanzlosen Thiere dachten, die es wirklich giebt. Nun besitzt aber der Mensch in den ersten Monaten der

Entwicklung ebenso gut einen wirklichen Schwanz, wie die nächstverwandten schwanzlosen Affen (Orang, Schimpanse, Gorilla) und wie die Wirbelthiere überhaupt. Während derselbe aber bei den Meisten, z. B. beim Hunde (Fig. C, G) im Laufe der Entwicklung immer länger wird, bildet er sich beim Menschen (Fig. D, H) und bei den ungeschwänzten Säugethieren von einem gewissen Zeitpunkt der Entwicklung an zurück und verwächst zuletzt völlig. Indessen ist auch beim ausgebildeten Menschen der Rest des Schwanzes als verkümmertes oder rudimentäres Organ noch in den drei bis fünf Schwanzwirbeln (*Vertebrae coccygeae*) zu erkennen, welche das hintere oder untere Ende der Wirbelsäule bilden (S. 258).

Die meisten Menschen wollen noch gegenwärtig die wichtigste Folgerung der Descendenztheorie, die paläontologische Entwicklung des Menschen aus affenähnlichen und weiterhin aus niederen Säugethieren nicht anerkennen, und halten eine solche Umbildung der organischen Form für unmöglich. Ich frage Sie aber, sind die Erscheinungen der individuellen Entwicklung des Menschen, von denen ich Ihnen hier die Grundzüge vorgeführt habe, etwa weniger wunderbar? Ist es nicht im höchsten Grade merkwürdig, daß alle Wirbelthiere aus den verschiedensten Klassen, Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere, in den ersten Zeiten ihrer embryonalen Entwicklung geradezu nicht zu unterscheiden sind, und daß selbst viel später noch, in einer Zeit, wo bereits Reptilien und Vögel sich deutlich von den Säugethieren unterscheiden, Hund und Mensch noch beinahe identisch sind? Fürwahr, wenn man jene beiden Entwicklungsreihen mit einander vergleicht, und sich fragt, welche von beiden wunderbarer ist, so muß uns die Ontogenie oder die kurze und schnelle Entwicklungsgeschichte des Individuums viel räthselhafter erscheinen, als die Phylogenie oder die lange und langsame Entwicklungsgeschichte des Stammes. Denn eine und dieselbe großartige Formwandelung und Umbildung wird von der letzteren im Laufe von vielen tausend Jahren, von der ersteren dagegen im Laufe weniger Monate vollbracht. Offenbar ist diese überaus schnelle und

auffallende Umbildung des Individuums in der Ontogenese, welche wir jeden Augenblick thatsächlich durch directe Beobachtung feststellen können, an sich viel wunderbarer, viel erstaunlicher, als die entsprechende, aber viel langsamere und allmählichere Umbildung, welche die lange Vorfahrenkette desselben Individuums in der Phylogenese durchgemacht hat.

Beide Reihen der organischen Entwicklung, die Ontogenese des Individuums, und die Phylogenese des Stammes, zu welchem dasselbe gehört, stehen im innigsten urfächlichen Zusammenhange. Ich habe diese Theorie, welche ich für äußerst wichtig halte, im zweiten Bande meiner generellen Morphologie⁴⁾ ausführlich zu begründen versucht. Wie ich dort zeigte, ist die Ontogenese, oder die Entwicklung des Individuums, eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung (Recapitulation) der Phylogenese oder der Entwicklung des zugehörigen Stammes, d. h. der Vorfahren, welche die Ahnenkette des betreffenden Individuums bilden. (Gen. Morph. II, S. 110—147, 371).

In diesem innigen Zusammenhang der Ontogenie und Phylogenie erblicke ich einen der wichtigsten und unwiderleglichsten Beweise der Descendenztheorie. Es vermag Niemand diese Erscheinungen zu erklären, wenn er nicht auf die Vererbungs- und Anpassungsgesetze zurückgeht; durch diese erst sind sie erklärlich. Ganz besonders verdienen dabei die Gesetze unsere Beachtung, welche wir früher als die Gesetze der abgekürzten, der gleichzeitlichen und der gleichörtlichen Vererbung erläutert haben. Indem sich ein so hochstehender und verwickelter Organismus, wie es der menschliche oder der Organismus jedes anderen Säugethiers ist, von jener einfachen Zellenstufe an aufwärts erhebt, indem er fortschreitet in seiner Differenzirung und Vervollkommnung, durchläuft er dieselbe Reihe von Umbildungen, welche seine thierischen Ahnen vor undenklichen Zeiten, während ungeheurer Zeiträume durchlaufen haben. Schon früher habe ich auf diesen äußerst wichtigen Parallelismus der indivi-

buellen und Stammesentwicklung hingewiesen (S. 10). Gewisse, sehr frühe und tief stehende Entwicklungsstadien des Menschen und der höheren Wirbelthiere überhaupt entsprechen durchaus gewissen Bildungen, welche zeitlich bei niederen Fischen fort dauern. Es folgt dann eine Umbildung des fischähnlichen Körpers zu einem amphibienartigen. Viel später erst entwickelt sich aus diesem der Säugethierkörper mit seinen bestimmten Charakteren, und man kann hier wieder in den auf einander folgenden Entwicklungsstadien eine Reihe von Stufen fortschreitender Umbildung erkennen, welche offenbar den Verschiedenheiten verschiedener Säugethier-Ordnungen und Familien entsprechen. In derselben Reihenfolge sehen wir aber auch die Vorfahren des Menschen und der höheren Säugethiere in der Erdgeschichte nach einander auftreten: zuerst Fische, dann Amphibien, später niedere und zuletzt erst höhere Säugethiere. Hier ist also die embryonale Entwicklung des Individuums durchaus parallel der paläontologischen Entwicklung des ganzen zugehörigen Stammes; und diese äußerst interessante und wichtige Erscheinung ist einzig und allein durch die Wechselwirkung der Vererbungs- und Anpassungsgesetze zu erklären.

Das zuletzt angeführte Beispiel von dem Parallelismus der paläontologischen und der individuellen Entwicklungsreihe lenkt nun unsere Aufmerksamkeit noch auf eine dritte Entwicklungsreihe, welche zu diesen beiden in den innigsten Beziehungen steht und denselben ebenfalls im Ganzen parallel läuft. Das ist nämlich diejenige Entwicklungsreihe von Formen, welche das Untersuchungsobject der vergleichenden Anatomie ist, und welche wir kurz die systematische oder spezifische Entwicklung nennen wollen. Wir verstehen darunter die Kette von verschiedenartigen, aber doch verwandten und zusammenhängenden Formen, welche zu irgend einer Zeit der Erdgeschichte, also z. B. in der Gegenwart, neben einander existiren. Indem die vergleichende Anatomie die verschiedenen ausgebildeten Formen der entwickelten Organismen mit einander vergleicht, sucht sie das gemeinsame Urbild zu erkennen, welches den mannichfaltigen Formen der verwandten Arten, Gattungen, Klassen u. s. w.

zu Grunde liegt, und welches durch deren Differenzirung nur mehr oder minder verdeckt wird. Sie sucht die Stufenleiter des Fortschritts festzustellen, welche durch den verschiedenen Vervollkommungsgrad der divergenten Zweige des Stammes bedingt ist. Um bei dem angeführten Beispiele zu bleiben, so zeigt uns die vergleichende Anatomie, wie die einzelnen Organe und Organsysteme des Wirbelthierstammes in den verschiedenen Klassen, Familien, Arten desselben sich ungleichartig entwickelt, differenzirt und vervollkommnet haben. Sie erklärt uns, in welchen Beziehungen die Reihenfolge der Wirbelthierklassen von den Fischen aufwärts durch die Amphibien zu den Säugethieren, und hier wieder von den niederen zu den höheren Säugethierordnungen, eine aufsteigende Stufenleiter bildet. Diesem Bestreben, eine zusammenhängende anatomische Entwicklungsreihe herzustellen, begegnen Sie in den Arbeiten der großen vergleichenden Anatomen aller Zeiten, in den Arbeiten von Goethe, Meckel, Cuvier, Johanes Müller, Gegenbaur, Huxley.

Die Entwicklungsreihe der ausgebildeten Formen, welche die vergleichende Anatomie in den verschiedenen Divergenz- und Fortschrittsstufen des organischen Systems nachweist, und welche wir die systematische Entwicklungsreihe nannten, ist parallel der paläontologischen Entwicklungsreihe, weil sie das anatomische Resultat der letzteren betrachtet, und sie ist parallel der individuellen Entwicklungsreihe, weil diese selbst wiederum der paläontologischen parallel ist. Wenn zwei Parallelen einer dritten parallel sind, so müssen sie auch unter einander parallel sein.

Die mannichfaltige Differenzirung und der ungleiche Grad von Vervollkommnung, welchen die vergleichende Anatomie in der Entwicklungsreihe des Systems nachweist, ist wesentlich bedingt durch die zunehmende Mannichfaltigkeit der Existenzbedingungen, denen sich die verschiedenen Gruppen im Kampf um das Dasein anpaßten, und durch den verschiedenen Grad von Schnelligkeit und Vollständigkeit, mit welchem diese Anpassung geschah. Die conservativen Gruppen, welche die ererbten Eigenthümlichkeiten am zähesten festhielten, blieben

in Folge dessen auf der tiefsten und rohesten Entwicklungsstufe stehen. Die am schnellsten und vielseitigsten fortschreitenden Gruppen, welche sich den vervollkommeneten Existenzbedingungen am bereitwilligsten anpassen, erreichten selbst den höchsten Vollkommenheitsgrad. Je weiter sich die organische Welt im Laufe der Erdgeschichte entwickelte, desto größer mußte diese Divergenz der niederen conservativen und der höheren progressiven Gruppen werden, wie das ja eben so auch aus der Völkergeschichte ersichtlich ist. Hieraus erklärt sich auch die historische Thatsache, daß die vollkommensten Thier- und Pflanzengruppen sich in verhältnißmäßig kurzer Zeit zu sehr bedeutender Höhe entwickelt haben, während die niedrigsten, conservativsten Gruppen durch alle Zeiten hindurch auf der ursprünglichen, rohesten Stufe stehen geblieben, oder nur sehr langsam und allmählich etwas fortgeschritten sind. Auch die Ahnenreihe des Menschen zeigt dies Verhältniß deutlich. Die Haisfische der Jetztzeit stehen den Urfischen, welche zu den ältesten Wirbelthierahnen des Menschen gehören, noch sehr nahe, ebenso die heutigen niedersten Amphibien (Kiemenmolche und Salamander) den Amphibien, welche sich aus jenen zunächst entwickelten. Und ebenso sind unter den späteren Vorfahren des Menschen die Monotremen und Beuteltiere, die ältesten Säugethiere, zugleich die unvollkommensten Thiere dieser Klasse, die heute noch leben. Die uns bekannten Gesetze der Vererbung und Anpassung genügen vollständig, um diese äußerst wichtige und interessante Erscheinung zu erklären, die man kurz als den Parallelismus der individuellen, der paläontologischen und der systematischen Entwicklung, des betreffenden Fortschrittes und der betreffenden Differenzirung bezeichnen kann. Kein Gegner der Descendenztheorie ist im Stande gewesen, für diese höchst wunderbare Thatsache eine Erklärung zu liefern, während sie sich nach der Descendenztheorie aus den Gesetzen der Vererbung und Anpassung vollkommen erklärt.

Wenn Sie diesen Parallelismus der drei organischen Entwicklungsreihen schärfer ins Auge fassen, so müssen Sie noch folgende nähere Bestimmung hinzufügen. Die Ontogenie oder die indivi-

duelle Entwicklungsgeschichte jedes Organismus (Embryologie und Metamorphologie) bildet eine einfache, unverzweigte oder leiterförmige Kette von Formen; und ebenso derjenige Theil der Phylogenie, welcher die paläontologische Entwicklungsgeschichte der directen Vorfahren jenes individuellen Organismus enthält. Dagegen bildet die ganze Phylogenie, welche uns in dem natürlichen System jedes organischen Stammes oder Phylum entgegentritt, und welche die paläontologische Entwicklung aller Zweige dieses Stammes untersucht, eine verzweigte oder baumförmige Entwicklungsreihe, einen wirklichen Stammbaum. Untersuchen Sie vergleichend die entwickelten Zweige dieses Stammbaums und stellen Sie dieselben nach dem Grade ihrer Differenzirung und Bervollkommnung zusammen, so erhalten Sie die baumförmig verzweigte systematische Entwicklungsreihe der vergleichenden Anatomie. Genau genommen ist also diese letztere der ganzen Phylogenie und mithin nur theilweise der Ontogenie parallel; denn die Ontogenie selbst ist nur einem Theile der Phylogenie parallel.

Alle im Vorhergehenden erläuterten Erscheinungen der organischen Entwicklung, insbesondere dieser dreifache genealogische Paralleliſmus, und die Differenzirungs- und Fortschrittsgeſetze, welche in jeder dieser drei organischen Entwicklungsreihen sichtbar sind, sodann die ganze Erscheinungsreihe der rudimentären Organe, sind äußerst wichtige Belege für die Wahrheit der Descendenztheorie. Denn sie sind nur durch diese zu erklären, während die Gegner derselben auch nicht die Spur einer Erklärung dafür aufbringen können. Ohne die Abstammungslehre läßt sich die Thatsache der organischen Entwicklung überhaupt nicht begreifen. Wir würden daher gezwungen sein, auf Grund derselben Lamarck's Descendenztheorie anzunehmen, auch wenn wir nicht Darwin's Züchtungstheorie besäßen.

Dreizehnter Vortrag.

Entwicklungstheorie des Weltalls und der Erde. Urzeugung. Kohlenstofftheorie. Plastidentheorie.

Entwicklungsgeschichte der Erde. Kant's Entwicklungstheorie des Weltalls oder die kosmologische Gastheorie. Entwicklung der Sonnen, Planeten und Monde. Erste Entstehung des Wassers. Vergleichung der Organismen und Anorgane. Organische und anorganische Stoffe. Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzustände. Eiweißartige Kohlenstoffverbindungen. Organische und anorganische Formen. Krystalle und structurlose Organismen ohne Organe. Stereometrische Grundformen der Krystalle und der Organismen. Organische und anorganische Kräfte. Lebenskraft. Wachstum und Anpassung bei Krystallen und bei Organismen. Bildungstrieb der Krystalle. Einheit der organischen und anorganischen Natur. Urzeugung oder Archigonie. Autogonie und Plasmogonie. Entstehung der Moneren durch Urzeugung. Entstehung der Zellen aus Moneren. Zellentheorie. Plastidentheorie. Plastiden oder Bildnerinnen. Cytoden und Zellen. Vier verschiedene Arten von Plastiden.

Meine Herren! Durch unsere bisherigen Betrachtungen haben wir vorzugsweise die Frage zu beantworten versucht, durch welche Ursachen neue Arten von Thieren und Pflanzen aus bestehenden Arten hervorgegangen sind. Wir haben diese Frage nach Darwin's Theorie dahin beantwortet, daß die natürliche Züchtung im Kampf um's Dasein, d. h. die Wechselwirkung der Vererbungs- und Anpassungsgesetze völlig genügend ist, um die unendliche Mannichfaltigkeit der verschiedenen, scheinbar zweckmäßig nach einem Bauplane orga-

nisirten Thiere und Pflanzen mechanisch zu erzeugen. Inzwischen wird sich Ihnen schon wiederholt die Frage aufgedrängt haben: Wie entstanden aber nun die ersten Organismen, oder der eine ursprüngliche Stammorganismus, von welchem wir alle übrigen ableiten?

Diese Frage hat Lamarck²⁾ durch die Hypothese der Urzeugung oder Archigonie beantwortet. Darwin dagegen geht über dieselbe hinweg, indem er ausdrücklich hervorhebt, daß er „Nichts mit dem Ursprung der geistigen Grundkräfte, noch mit dem des Lebens selbst zu schaffen habe“. Am Schlusse seines Werkes spricht er sich darüber bestimmter in folgenden Worten aus: „Ich nehme an, daß wahrscheinlich alle organischen Wesen, die jemals auf dieser Erde gelebt, von irgend einer Urform abstammen, welcher das Leben zuerst vom Schöpfer eingehaucht worden ist.“ Außerdem beruft sich Darwin zur Beruhigung derjenigen, welche in der Descendenztheorie den Untergang der ganzen „sittlichen Weltordnung“ erblicken, auf einen berühmten Schriftsteller und Geistlichen, welcher ihm geschrieben hatte: „Er habe allmählich einsehen gelernt, daß es eine ebenso erhabene Vorstellung von der Gottheit sei, zu glauben, daß sie nur einige wenige, der Selbstentwicklung in andere und nothwendige Formen fähige Urtypen geschaffen, als daß sie immer wieder neue Schöpfungsacte nöthig gehabt habe, um die Lücken auszufüllen, welche durch die Wirkung ihrer eigenen Gesetze entstanden seien.“ Diejenigen, denen der Glaube an eine übernatürliche Schöpfung ein Gemüthsbedürfnis ist, können sich bei dieser Vorstellung beruhigen. Sie können jenen Glauben mit der Descendenztheorie vereinbaren; denn sie können in der Erschaffung eines einzigen ursprünglichen Organismus, der die Fähigkeit besaß, alle übrigen durch Vererbung und Anpassung aus sich zu entwickeln, wirklich weit mehr Erfindungskraft und Weisheit des Schöpfers bewundern, als in der unabhängigen Erschaffung der verschiedenen Arten.

Wenn wir uns in dieser Weise die Entstehung der ersten irdischen Organismen, von denen alle übrigen abstammen, durch die zweckmäßige und planvolle Thätigkeit eines persönlichen Schöpfers er-

klären wollten, so würden wir damit auf eine wissenschaftliche Erkenntniß derselben verzichten, und aus dem Gebiete der wahren Wissenschaft auf das gänzlich getrennte Gebiet der dichtenden Glaubenshaft hinübertreten. Wir würden durch die Annahme eines übernatürlichen Schöpfungsaktes einen Sprung in das Unbegreifliche thun. Ehe wir uns zu diesem letzten Schritte entschließen und damit auf eine wissenschaftliche Erkenntniß jenes Vorgangs verzichten, sind wir jedenfalls zu dem Versuche verpflichtet, denselben durch eine mechanische Hypothese zu beleuchten. Wir müssen jedenfalls untersuchen, ob denn wirklich jener Vorgang so wunderbar ist, und ob wir uns keine haltbare Vorstellung von einer ganz natürlichen Entstehung jenes ersten Stammorganismus machen können. Auf das Wunder der Schöpfung würden wir dann gänzlich verzichten können.

Es wird hierbei nothwendig sein, zunächst etwas weiter auszuholen und die natürliche Schöpfungsgeschichte der Erde und, noch weiter zurückgehend, die natürliche Schöpfungsgeschichte des ganzen Weltalls in ihren allgemeinen Grundzügen zu betrachten. Es wird Ihnen Allen wohl bekannt sein, daß aus dem Bau der Erde, wie wir ihn gegenwärtig kennen, die Vorstellung abgeleitet und bis jetzt noch nicht widerlegt ist, daß das Innere unserer Erde sich in einem feurigflüssigen Zustande befindet, und daß die aus verschiedenen Schichten zusammengesetzte feste Rinde, auf deren Oberfläche die Organismen leben, nur eine sehr dünne Kruste oder Schale um den feurigflüssigen Kern bildet. Zu dieser Anschauung sind wir durch verschiedene übereinstimmende Erfahrungen und Schlüsse gelangt. Zunächst spricht dafür die Erfahrung, daß die Temperatur der Erdrinde nach dem Innern hin stetig zunimmt. Je tiefer wir hinabsteigen, desto höher steigt die Wärme des Erdbodens, und zwar in dem Verhältniß, daß auf jede 100 Fuß Tiefe die Temperatur ungefähr um einen Grad zunimmt. In einer Tiefe von 6 Meilen würde demnach bereits eine Hitze von 1500° herrschen, hinreichend, um die meisten festen Stoffe unserer Erdrinde in geschmolzenem feuerflüssigem Zustande zu erhalten. Diese Tiefe ist aber erst der 286ste Theil des ganzen Erddurch-

messers (1717 Meilen). Wir wissen ferner, daß Quellen, die aus beträchtlicher Tiefe hervorkommen, eine sehr hohe Temperatur besigen, und zum Theil selbst das Wasser im kochenden Zustande an die Oberfläche befördern. Sehr wichtige Zeugen sind endlich die vulkanischen Erscheinungen, das Hervorbrechen feuerflüssiger Gesteinsmassen durch einzelne berstende Stellen der Erdrinde hindurch. Alle diese Erscheinungen führen uns mit großer Sicherheit zu der wichtigen Annahme, daß die feste Erdrinde nur einen ganz geringen Bruchtheil, noch lange nicht den tausendsten Theil von dem ganzen Durchmesser der Erdkugel bildet, und daß diese sich noch heute größtentheils in geschmolzenem oder feuerflüssigem Zustande befindet.

Wenn wir nun auf Grund dieser Annahme über die einstige Entwicklungsgeschichte des Erdballs nachdenken, so werden wir folgerichtig noch einen Schritt weiter geführt, nämlich zu der Annahme, daß in früherer Zeit die ganze Erde ein feurigflüssiger Körper, und daß die Bildung einer dünnen erstarrten Rinde auf der Oberfläche dieses Balles erst ein späterer Vorgang war. Erst allmählich, durch Ausstrahlung der inneren Gluthitze an den kalten Weltraum, verdichtete sich die Oberfläche des glühenden Erdballs zu einer dünnen Rinde. Daß die Temperatur der Erde früher allgemein eine viel höhere war, wird durch viele Erscheinungen bezeugt. Unter Anderen spricht dafür die gleichmäßige Vertheilung der Organismen in früheren Zeiten der Erdgeschichte. Während bekanntlich jezt den verschiedenen Erdzonen und ihren mittleren Temperaturen verschiedene Bevölkerungen von Thieren und Pflanzen entsprechen, war dies früher entschieden nicht der Fall, und wir sehen aus der Vertheilung der Versteinerungen in den älteren Zeiträumen, daß erst sehr spät, in einer verhältnißmäßig neuen Zeit der organischen Erdgeschichte (im Beginn der sogenannten cenolithischen oder Tertiärzeit), eine Sonderung der Zonen und dem entsprechend auch ihrer organischen Bevölkerung stattfand. Während der ungeheuer langen Primär- und Secundärzeit lebten tropische Pflanzen, welche einen sehr hohen Temperaturgrad bedürfen, nicht allein in der heutigen heißen Zone unter dem Aequator, sondern auch in der

heutigen gemäßigten und kalten Zone. Auch viele andere Erscheinungen haben eine allmähliche Abnahme der Temperatur des Erdkörpers im Ganzen, und insbesondere eine erst spät eingetretene Abkühlung der Erdrinde von den Polen her kennen gelehrt. In seinen ausgezeichneten „Untersuchungen über die Entwicklungsgeetze der organischen Welt“ hat der vortreffliche Bronn¹⁹⁾ die zahlreichen geologischen und paläontologischen Beweise dafür zusammengestellt.

Auf diese Erscheinungen einerseits und auf die mathematisch-astronomischen Erkenntnisse vom Bau des Weltgebäudes andererseits gründet sich nun die Theorie, daß die ganze Erde vor undenklicher Zeit, lange vor der ersten Entstehung von Organismen auf derselben, ein feuerflüssiger Ball war. Diese Theorie aber steht wiederum in Uebereinstimmung mit der großartigen Theorie von der Entstehung des Weltgebäudes und speciell unseres Planetensystems, welche auf Grund von mathematischen und astronomischen Thatsachen 1755 unser kritischer Philosoph Kant²⁰⁾ aufstellte, und welche später die berühmten Mathematiker Laplace und Herschel ausführlicher begründeten. Diese Kosmogonie oder Entwicklungstheorie des Weltalls steht noch heute in fast allgemeiner Geltung; sie ist durch keine bessere ersetzt worden, und Mathematiker, Astronomen und Geologen haben dieselbe durch mannichfaltige Beweise immer fester zu stützen versucht.

Die Kosmogonie Kant's behauptet, daß das ganze Weltall in unvordenklichen Zeiten ein gasförmiges Chaos bildete. Alle Materien, welche auf der Erde und anderen Weltkörpern gegenwärtig in verschiedenen Dichtigkeitszuständen, in festem, festflüssigem, tropfbarflüssigem und elastisch flüssigem oder gasförmigem Aggregatzustande sich gesondert finden, bildeten ursprünglich zusammen eine einzige gleichartige, den Weltraum gleichmäßig erfüllende Masse, welche in Folge eines außerordentlich hohen Temperaturgrades in gasförmigem oder luftförmigem, äußerst dünnem Zustande sich befand. Die Millionen von Weltkörpern, welche gegenwärtig auf die verschiedenen Sonnensysteme vertheilt sind, existirten damals noch nicht. Sie entstanden erst in Folge einer allgemeinen Drehbewegung

oder Rotation, bei welcher sich eine Anzahl von festeren Massengruppen mehr als die übrige gasförmige Masse verdichteten, und nun auf letztere als Anziehungsmittelpuncte wirkten. So entstand eine Scheidung des chaotischen Urnebels oder Weltgases in eine Anzahl von rotirenden Nebelbällen, welche sich mehr und mehr verdichteten. Auch unser Sonnensystem war ein solcher riesiger gasförmiger Luftball, dessen Theilchen sich sämmtlich um einen gemeinsamen Mittelpunkt, den Sonnenkern, herumdrehten. Der Nebelball selbst nahm durch die Rotationsbewegung, gleich allen übrigen, eine Sphäroidform oder abgeplattete Kugelgestalt an.

Während die Centripetalkraft die rotirenden Theilchen immer näher an den festen Mittelpunkt des Nebelballs heranzog, und so diesen mehr und mehr verdichtete, war umgekehrt die Centrifugalkraft bestrebt, die peripherischen Theilchen immer weiter von jenem zu entfernen und sie abzuschleudern. An dem Aequatorialrande der an beiden Polen abgeplatteten Kugel war diese Centrifugalkraft am stärksten, und sobald sie bei weiter gehender Verdichtung das Uebergewicht über die Centripetalkraft erlangte, löste sich hier eine ringförmige Nebelmasse von dem rotirenden Balle ab. Diese Nebelringe zeichneten die Bahnen der zukünftigen Planeten vor. Allmählig verdichtete sich die Nebelmasse des Ringes zu einem Planeten, der sich um seine eigene Aze drehte und zugleich um den Centralkörper rotirte. In ganz gleicher Weise aber wurden von dem Aequator der Planetenmasse, sobald die Centrifugalkraft wieder das Uebergewicht über die Centripetalkraft gewann, neue Nebelringe abgeschleudert, welche in gleicher Weise um die Planeten, wie diese um die Sonne sich bewegten. Auch diese Nebelringe verdichteten sich wieder zu rotirenden Bällen. So entstanden die Monde, von denen nur einer um die Erde, aber vier um den Jupiter, sechs um den Uranus sich bewegen. Der Ring des Saturnus stellt uns noch heute einen Mond auf jenem früheren Entwicklungsstadium dar. Indem bei immer weiter schreitender Abkühlung sich diese einfachen Vorgänge der Verdichtung und Abschleuderung vielfach wiederholten, entstanden die ver-

schiedenen Sonnensysteme, die Planeten, welche sich rotirend um ihre centrale Sonne, und die Trabanten oder Monde, welche sich drehend um ihren Planeten bewegten.

Der anfängliche gasförmige Zustand der rotirenden Weltkörper ging allmählich durch fortschreitende Abkühlung und Verdichtung in den feurigflüssigen oder geschmolzenen Aggregatzustand über. Durch den Verdichtungsvorgang selbst wurden große Mengen von Wärme frei, und so gestalteten sich die rotirenden Sonnen, Planeten und Monde bald zu glühenden Feuerbällen, gleich riesigen geschmolzenen Metalltropfen, welche Licht und Wärme ausstrahlten. Durch den damit verbundenen Wärmeverlust verdichtete sich wiederum die geschmolzene Masse an der Oberfläche der feuerflüssigen Bälle und so entstand eine dünne feste Rinde, welche einen feurigflüssigen Kern umschloß. In allen diesen Beziehungen wird sich unsere mütterliche Erde nicht wesentlich verschieden von den übrigen Weltkörpern verhalten haben.

Für den Zweck dieser Vorträge hat es weiter kein besonderes Interesse, die „natürliche Schöpfungsgeschichte des Weltalls“ mit seinen verschiedenen Sonnensystemen und Planetensystemen im Einzelnen zu verfolgen und durch alle verschiedenen astronomischen und geologischen Beweismittel mathematisch zu begründen. Ich begnüge mich daher mit den eben angeführten Grundzügen derselben und verweise Sie bezüglich des Näheren auf Kant's „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels.“²²) Nur die Bemerkung will ich noch hinzufügen, daß diese bewunderungswürdige Theorie, welche man auch die kosmologische Gastheorie nennen könnte, mit allen uns bis jetzt bekannten allgemeinen Erscheinungsreihen im Einklang, und mit keiner einzigen derselben in unvereinbarem Widerspruch steht. Ferner ist dieselbe rein mechanisch oder monistisch, nimmt ausschließlich die ureigenen Kräfte der ewigen Materie für sich in Anspruch, und schließt jeden übernatürlichen Vorgang, jede zweckmäßige und bewusste Thätigkeit eines persönlichen Schöpfers vollständig aus. Kant's kosmologische Gastheorie nimmt daher in der Anorganologie, und insbesondere in der Geologie eine ähnliche herrschende

Stellung ein, und frönt in ähnlicher Weise unsere Gesammterkenntniß, wie Lamarck's biologische Descendenztheorie in der ganzen Biologie, und namentlich in der Anthropologie. Beide stützen sich ausschließlich auf mechanische oder bewußtlose Ursachen (*Causae efficientes*), nirgends auf zweckthätige oder bewußte Ursachen (*Causae finales*). (Vergl. oben S. 89—92). Beide erfüllen somit alle Anforderungen einer wissenschaftlichen Theorie und werden daher in allgemeiner Geltung bleiben, bis sie durch eine bessere ersetzt werden.

Allerdings will ich andererseits nicht verhehlen, daß der großartigen Kosmogonie Kant's einige Schwächen anhaften, welche uns nicht gestatten, ihr dasselbe unbedingte Vertrauen zu schenken, wie Lamarck's Descendenztheorie. Große Schwierigkeiten verschiedener Art hat die Vorstellung des uranfänglichen gasförmigen Chaos, das den ganzen Weltraum erfüllte. Eine größere und ungelöste Schwierigkeit aber liegt darin, daß die kosmologische Gastheorie uns gar keinen Anhaltspunkt liefert für die Erklärung des ersten Anstoßes, der die Rotationsbewegung in dem gaserfüllten Weltraum verursachte. Beim Suchen nach einem solchen Anstoß werden wir unwillkürlich zu der falschen Frage nach dem „ersten Anfang“ verführt. Einen ersten Anfang können wir aber für die ewigen Bewegungsercheinungen des Weltalls ebenso wenig denken, als ein schließliches Ende.

Das Weltall ist nach Raum und Zeit unbeschränkt und unermesslich. Es ist ewig und es ist unendlich. Aber auch für die ununterbrochene und ewige Bewegung, in welcher sich alle Theilchen des Weltalls beständig befinden, können wir uns keinen Anfang und kein Ende denken. Die großen Gesetze von der Erhaltung der Kraft³⁸⁾ und von der Erhaltung des Stoffes, die Grundlagen unserer ganzen Naturanschauung, lassen keine andere Vorstellung zu. Die Welt, soweit sie dem Erkenntnißvermögen des Menschen zugänglich ist, erscheint als eine zusammenhängende Kette von materiellen Bewegungsercheinungen, die einen fortwährenden ursächlichen Wechsel der Formen bedingen. Jede Form, als das zeitweilige Resultat einer Summe von Bewegungsercheinungen, ist als solches

vergänglich und von beschränkter Dauer. Aber in dem beständigen Wechsel der Formen bleibt die Materie und die davon untrennbare Kraft ewig und unzerstörbar.

Wenn nun auch Kant's kosmologische Gastheorie nicht im Stande ist, die Entwicklungsbewegung des ganzen Weltalls in befriedigender Weise über jenen Zustand des gasförmigen Chaos hinaus aufzuklären, und wenn auch außerdem noch mancherlei gewichtige Bedenken, namentlich von chemischer und geologischer Seite her, sich gegen sie aufwerfen lassen, so müssen wir ihr doch andererseits das große Verdienst lassen, den ganzen Bau des unserer Beobachtung zugänglichen Weltgebäudes, die Anatomie der Sonnensysteme und speciell unseres Planetensystems, vortrefflich durch ihre Entwicklungsgeschichte zu erklären. Vielleicht war diese Entwicklung in der That eine ganz andere; vielleicht entstanden die Planeten und also auch unsere Erde, durch Aggregation aus zahllosen kleinen, im Weltraum zerstreuten Meteoriten, oder in anderer Weise. Aber bisher hat noch Niemand eine andere derartige Entwicklungstheorie zu begründen, und etwas Besseres an die Stelle von Kant's Kosmogonie zu setzen vermocht.

Nach diesem allgemeinen Blick auf die monistische Kosmogonie oder die natürliche Entwicklungsgeschichte des Weltalls lassen Sie uns zu einem winzigen Bruchtheil desselben zurückkehren, zu unserer mütterlichen Erde, welche wir im Zustande einer feurigflüssigen, an beiden Polen abgeplatteten Kugel verlassen haben, deren Oberfläche sich durch Abkühlung zu einer ganz dünnen festen Rinde verdichtet hatte. Die erste Erstarrungskruste wird die ganze Oberfläche des Erdsphäroids als eine zusammenhängende, glatte, dünne Schale gleichmäßig überzogen haben. Bald aber wurde dieselbe uneben und höckerig. Indem nämlich bei fortschreitender Abkühlung der feuerflüssige Kern sich mehr und mehr verdichtete und zusammenzog, und so der ganze Erddurchmesser sich verkleinerte, mußte die dünne, starre Rinde, welche der weicheren Kernmasse nicht nachfolgen konnte, über derselben vielfach zusammenbrechen. Es würde zwischen beiden ein leerer Raum entstanden sein, wenn nicht der äußere Atmosphärendruck die zerbrech-

liche Rinde nach innen hinein gedrückt hätte. Andere Unebenheiten entstanden wahrscheinlich dadurch, daß an verschiedenen Stellen die abgekühlte Rinde durch den Erstarrungsprozeß selbst sich zusammenzog und Sprünge oder Risse bekam. Der feurigflüssige Kern quoll von Neuem durch diese Sprünge hervor und erstarrte abermals. So entstanden schon frühzeitig mancherlei Erhöhungen und Vertiefungen, welche die ersten Grundlagen der Berge und der Thäler wurden.

Nachdem die Temperatur des abgekühlten Erdballs bis auf einen gewissen Grad gesunken war, erfolgte ein sehr wichtiger neuer Vorgang, nämlich die erste Entstehung des Wassers. Das Wasser war bisher nur in Dampfform in der den Erdball umgebenden Atmosphäre vorhanden gewesen. Offenbar konnte das Wasser sich erst zu tropfbarflüssigem Zustande verdichten, nachdem die Temperatur der Atmosphäre bedeutend gesunken war. Nun begann die weitere Umbildung der Erdrinde durch die Kraft des Wassers. Indem dasselbe beständig in Form von Regen niederfiel, hierbei die Erhöhungen der Erdrinde abspülte, die Vertiefungen durch den abgespülten Schlamm ausfüllte, und diesen schichtenweise ablagerte, bewirkte es die außerordentlich wichtigen neptunischen Umbildungen der Erdrinde, welche seitdem ununterbrochen fort dauerten, und auf welche wir im nächsten Vortrage noch einen näheren Blick werfen werden.

Erst nachdem die Erdrinde so weit abgekühlt war, daß das Wasser sich zu tropfbarer Form verdichtet hatte, erst als die bis dahin trockene Erdkruste zum ersten Male von flüssigem Wasser bedeckt wurde, konnte die Entstehung der ersten Organismen erfolgen. Denn alle Thiere und alle Pflanzen, alle Organismen überhaupt bestehen zum großen Theile oder zum größten Theile aus tropfbarflüssigem Wasser, welches mit anderen Materien in eigenthümlicher Weise sich verbindet, und diese in den festflüssigen Aggregatzustand versetzt. Wir können also aus diesen allgemeinen Grundzügen der anorganischen Erdgeschichte zunächst die wichtige Thatsache folgern, daß zu irgend einer bestimmten Zeit das Leben auf der Erde seinen Anfang hatte, daß die

irdischen Organismen nicht von jeher existirten, sondern in irgend einem bestimmten Zeitpunkte zum ersten Mal entstanden.

Wie haben wir uns nun diese Entstehung der ersten Organismen zu denken? Hier ist derjenige Punkt, an welchem die meisten Naturforscher noch heutzutage geneigt sind, den Versuch einer natürlichen Erklärung aufzugeben, und zu dem Wunder einer unbegreiflichen Schöpfung zu flüchten. Mit diesem Schritt treten sie, wie schon vorher bemerkt wurde, außerhalb des Gebietes der naturwissenschaftlichen Erkenntniß und verzichten auf jede weitere Einsicht in den nothwendigen Zusammenhang der Naturgeschichte. Ehe wir muthlos diesen letzten Schritt thun, ehe wir an der Möglichkeit jeder Erkenntniß dieses wichtigen Vorgangs verzweifeln, wollen wir wenigstens einen Versuch machen, denselben zu begreifen. Lassen Sie uns sehen, ob denn wirklich die Entstehung eines ersten Organismus aus anorganischem Stoffe, die Entstehung eines lebendigen Körpers aus lebloser Materie etwas ganz Udenkbares, außerhalb aller bekannten Erfahrung Stehendes sei. Lassen Sie uns mit einem Worte die Frage von der Urzeugung oder Archigonie untersuchen. Vor Allem ist hierbei erforderlich, sich die hauptsächlichsten Eigenschaften der beiden Hauptgruppen von Naturkörpern, der sogenannten leblosen oder anorganischen und der belebten oder organischen Körper klar zu machen, und das Gemeinsame einerseits, das Unterscheidende beider Gruppen andererseits festzustellen. Auf diese Vergleichung der Organismen und Anorgane müssen wir hier um so mehr eingehen, als sie gewöhnlich sehr vernachlässigt wird, und als sie doch zu einem richtigen, einheitlichen oder monistischen Verständniß der Gesamtnatur ganz nothwendig ist. Am zweckmäßigsten wird es hierbei sein, die drei Grundeigenschaften jedes Naturkörpers, Stoff, Form und Kraft, gesondert zu betrachten. Beginnen wir zunächst mit dem Stoff. (Gen. Morph. I, 111.)

Durch die Chemie sind wir dahin gelangt, sämmtliche uns bekannte Körper zu zerlegen in eine geringe Anzahl von Elementen oder Grundstoffen, nicht weiter zerlegbaren Körpern, z. B. Kohlenstoff,

Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, ferner die verschiedenen Metalle: Kalium, Natrium, Eisen, Gold u. s. w. Man zählt jetzt gegen siebenzig solcher Elemente oder Grundstoffe. Die Mehrzahl derselben ist ziemlich unwichtig und selten; nur die Minderzahl ist allgemeiner verbreitet und setzt nicht allein die meisten Anorgane, sondern auch sämtliche Organismen zusammen. Vergleichen wir nun diejenigen Elemente, welche den Körper der Organismen aufbauen, mit denjenigen, welche in den Anorganen sich finden, so haben wir zunächst die höchst wichtige Thatsache hervorzuheben, daß im Thier- und Pflanzenkörper kein Grundstoff vorkommt, der nicht auch außerhalb desselben in der leblosen Natur zu finden wäre. Es giebt keine besonderen organischen Elemente oder Grundstoffe.

Die chemischen und physikalischen Unterschiede, welche zwischen den Organismen und den Anorganen existiren, haben also ihren materiellen Grund nicht in einer verschiedenen Natur der sie zusammensetzenden Grundstoffe, sondern in der verschiedenen Art und Weise, in welcher die letzteren zu chemischen Verbindungen zusammengesetzt sind. Diese verschiedene Verbindungsweise bedingt zunächst gewisse physikalische Eigenthümlichkeiten, insbesondere in der Dichtigkeit der Materie, welche auf den ersten Blick eine tiefe Kluft zwischen beiden Körpergruppen zu begründen scheinen. Die geformten anorganischen oder leblosen Naturkörper, die Krystalle und die amorphen Gesteine, befinden sich in einem Dichtigkeitszustande, den wir den festen nennen, und den wir entgegengesetzt dem tropfbarflüssigen Dichtigkeitszustande des Wassers und dem gasförmigen Dichtigkeitszustande der Luft. Es ist Ihnen bekannt, daß diese drei verschiedenen Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzustände der Anorgane durchaus nicht den verschiedenen Elementen eigenthümlich, sondern die Folgen eines bestimmten Temperaturgrades sind. Jeder anorganische feste Körper kann durch Erhöhung der Temperatur zunächst in den tropfbarflüssigen oder geschmolzenen, und durch weitere Erhitzung in den gasförmigen oder elastischflüssigen Zustand versetzt werden. Ebenso kann jeder gasförmige Körper durch gehörige Erniedrigung der Temperatur

zunächst in den tropfbarflüssigen und weiterhin in den festen Dichtigkeitszustand übergeführt werden.

Im Gegensatz zu diesen drei Dichtigkeitszuständen der Anorgane befindet sich der lebendige Körper aller Organismen, Thiere sowohl als Pflanzen, in einem ganz eigenthümlichen, vierten Aggregatzustande. Dieser ist weder fest, wie Gestein, noch tropfbarflüssig, wie Wasser, vielmehr hält er zwischen diesen beiden Zuständen die Mitte, und kann daher als der festflüssige oder gequollene Aggregatzustand bezeichnet werden. In allen lebenden Körpern ohne Ausnahme ist eine gewisse Menge Wasser mit fester Materie in ganz eigenthümlicher Art und Weise verbunden, und eben durch diese charakteristische Verbindung des Wassers mit der organischen Materie entsteht jener weiche, weder feste noch flüssige, Aggregatzustand, welcher für die mechanische Erklärung der Lebenserscheinungen von der größten Bedeutung ist. Die Ursache desselben liegt wesentlich in den physikalischen und chemischen Eigenschaften eines einzigen unzerlegbaren Grundstoffes, des Kohlenstoffes. (Gen. Morph. I, 122—130.)

Von allen Elementen ist der Kohlenstoff für uns bei weitem das wichtigste und interessanteste, weil bei allen uns bekannten Thier- und Pflanzenkörpern dieser Grundstoff die größte Rolle spielt. Er ist dasjenige Element, welches durch seine eigenthümliche Neigung zur Bildung verwickelter Verbindungen mit den anderen Elementen die größte Mannichfaltigkeit in der chemischen Zusammensetzung, und daher auch in den Formen und Lebens Eigenschaften der Thier- und Pflanzenkörper hervorruft. Der Kohlenstoff zeichnet sich ganz besonders dadurch aus, daß er sich mit den andern Elementen in unendlich mannichfaltigen Zahlen- und Gewichtsverhältnissen verbinden kann. Es entstehen zunächst durch Verbindung des Kohlenstoffes mit drei andern Elementen, dem Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff (zu denen sich meist auch noch Schwefel und häufig Phosphor gesellt), jene äußerst wichtigen Verbindungen, welche wir als das erste und unentbehrlichste Substrat aller Lebenserscheinungen kennen gelernt haben, die eiweißartigen Verbindungen oder Albuminkörper (Proteinstoffe).

Schon früher (S. 164) haben wir in den Moneren Organismen der allereinfachsten Art kennen gelernt, deren ganzer Körper in vollkommen ausgebildetem Zustande aus weiter Nichts besteht, als aus einem festflüssigen eiweißartigen Klümpchen, Organismen, welche für die Lehre von der ersten Entstehung des Lebens von der allergrößten Bedeutung sind. Aber auch die meisten übrigen Organismen sind zu einer gewissen Zeit ihrer Existenz, wenigstens in der ersten Zeit ihres Lebens, als Eizellen oder Keimzellen, im Wesentlichen weiter Nichts als einfache Klümpchen eines solchen eiweißartigen Bildungstoffes, des Plasma oder Protoplasma. Sie sind dann von den Moneren nur dadurch verschieden, daß im Innern des eiweißartigen Körperchens sich der Zellkern (Nucleus) von dem umgebenden Zellstoff (Protoplasma) gesondert hat. Wie wir schon früher zeigten, sind Zellen von ganz einfacher Beschaffenheit die Staatsbürger, welche durch ihr Zusammenwirken und ihre Sonderung den Körper auch der vollkommensten Organismen, einen republikanischen Zellenstaat, aufbauen (S. 269). Die entwickelten Formen und Lebenserscheinungen des letzteren werden lediglich durch die Thätigkeit jener eiweißartigen Körperchen zu Stande gebracht.

Es darf als einer der größten Triumphe der neueren Biologie, insbesondere der Gewebelehre angesehen werden, daß wir jetzt im Stande sind, das Wunder der Lebenserscheinungen auf diese Stoffe zurückzuführen, daß wir die unendlich mannichfaltigen und verwickelten physikalischen und chemischen Eigenschaften der Eiweißkörper als die eigentliche Ursache der organischen oder Lebenserscheinungen nachgewiesen haben. Alle verschiedenen Formen der Organismen sind zunächst und unmittelbar das Resultat der Zusammensetzung aus verschiedenen Formen von Zellen. Die unendlich mannichfaltigen Verschiedenheiten in der Form, Größe und Zusammensetzung der Zellen sind aber erst allmählich durch die Arbeitsteilung und Vervollkommnung der einfachen gleichartigen Plasmaklümpchen entstanden, welche ursprünglich allein den Zellenleib bildeten. Daraus folgt mit Nothwendigkeit, daß auch

die Grundercheinungen des organischen Lebens, Ernährung und Fortpflanzung, ebenso in ihren höchst zusammengesetzten wie in ihren einfachsten Aeußerungen, auf die materielle Beschaffenheit jenes eiweißartigen Bildungstoffes, des Plasma, zurückzuführen sind. Aus jenen beiden haben sich die übrigen Lebensthätigkeiten erst allmählich hervorgebildet. So hat denn gegenwärtig die allgemeine Erklärung des Lebens für uns nicht mehr Schwierigkeit als die Erklärung der physikalischen Eigenschaften der anorganischen Körper. Alle Lebenserscheinungen und Gestaltungsprocesse der Organismen sind ebenso unmittelbar durch die chemische Zusammensetzung und die physikalischen Kräfte der organischen Materie bedingt, wie die Lebenserscheinungen der anorganischen Krystalle, d. h. die Vorgänge ihres Wachstums und ihrer specifischen Formbildung, die unmittelbaren Folgen ihrer chemischen Zusammensetzung und ihres physikalischen Zustandes sind. Die letzten Ursachen bleiben uns freilich in beiden Fällen gleich verborgen. Wenn Gold und Kupfer im tetrahedralen, Wismuth und Antimon im hexagonalen, Jod und Schwefel im rhombischen Krystallsystem krystallisiren, so ist uns dies im Grunde nicht mehr und nicht weniger räthselhaft, als jeder elementare Vorgang der organischen Formbildung, jede Selbstgestaltung der organischen Zelle. Auch in dieser Beziehung können wir gegenwärtig den fundamentalen Unterschied zwischen Organismen und anorganischen Körpern nicht mehr festhalten, von welchem man früher allgemein überzeugt war.

Betrachten wir zweitens die Uebereinstimmungen und Unterschiede, welche die Formbildung der organischen und anorganischen Naturkörper uns darbietet (Gen. Morph. I, 130). Als Hauptunterschied in dieser Beziehung sah man früher die einfache Structur der letzteren, den zusammengesetzten Bau der ersteren an. Der Körper aller Organismen sollte aus ungleichartigen oder heterogenen Theilen zusammengesetzt sein, aus Werkzeugen oder Organen, welche zum Zweck des Lebens zusammenwirken. Dagegen sollten auch die vollkommensten Anorgane, die Krystalle, durch und durch aus gleichartiger oder homogener Materie bestehen. Dieser Unterschied erscheint sehr we-

sentlich. Allein er verliert alle Bedeutung dadurch, daß wir in den letzten Jahren die höchst merkwürdigen und wichtigen Moneren kennen gelernt haben¹⁵⁾. (Vergl. oben S. 164—167). Der ganze Körper dieser einfachsten von allen Organismen, ein festflüssiges, formloses und structurloses Eiweißklümpchen, besteht in der That nur aus einer einzigen chemischen Verbindung, und ist ebenso vollkommen einfach in seiner Structur, wie jeder Krystall, der aus einer einzigen anorganischen Verbindung, z. B. einem Metallsalze, oder einer sehr zusammengesetzten Kieselerde-Verbindung besteht.

Ebenso wie in der inneren Structur oder Zusammensetzung, hat man auch in der äußeren Form durchgreifende Unterschiede zwischen den Organismen und Anorganen finden wollen, insbesondere in der mathematisch bestimmbaren Krystallform der letzteren. Allerdings ist die Krystallisation vorzugsweise eine Eigenschaft der sogenannten Anorgane. Die Krystalle werden begrenzt von ebenen Flächen, welche in geraden Linien und unter bestimmten meßbaren Winkeln zusammenstoßen. Die Thier- und Pflanzengestalt dagegen scheint auf den ersten Blick keine derartige geometrische Bestimmung zuzulassen. Sie ist meistens von gebogenen Flächen und krummen Linien begrenzt, welche unter veränderlichen Winkeln zusammenstoßen. Allein wir haben in neuerer Zeit in den Radiolarien²³⁾ und in vielen anderen Protisten eine große Anzahl von niederen Organismen kennen gelernt, bei denen der Körper in gleicher Weise, wie bei den Krystallen, auf eine mathematisch bestimmbare Grundform sich zurückführen läßt, bei denen die Gestalt im Ganzen wie im Einzelnen durch geometrisch bestimmbare Flächen, Kanten und Winkel begrenzt wird. In meiner allgemeinen Grundformenlehre oder Promorphologie habe ich hierfür die ausführlichen Beweise geliefert, und zugleich ein allgemeines Formensystem aufgestellt, dessen ideale stereometrische Grundformen ebenso gut die realen Formen der anorganischen Krystalle wie der organischen Individuen erklären (Gen. Morph. I, 375—574). Außerdem giebt es übrigens auch vollkommen amorphe Organismen, wie die Moneren, Amöben u. s. w., welche jeden Augen-

blick ihre Gestalt wechseln, und bei denen man ebenso wenig eine bestimmte Grundform nachweisen kann, als es bei den formlosen oder amorphen Anorganen, bei den nicht krystallisirten Gesteinen, Niederschlägen u. s. w. der Fall ist. Wir sind also nicht im Stande, irgend einen principiellen Unterschied in der äußeren Form oder in der inneren Structur der Anorgane und Organismen aufzufinden.

Wenden wir uns drittens an die Kräfte oder an die Bewegungserscheinungen dieser beiden verschiedenen Körpergruppen (Gen. Morph. I, 140). Hier stoßen wir auf die größten Schwierigkeiten. Die Lebenserscheinungen, wie sie die meisten Menschen nur von hoch ausgebildeten Organismen, von vollkommeneren Thieren und Pflanzen kennen, erscheinen so räthselhaft, so wunderbar, so eigenthümlich, daß die Meisten der bestimmten Ansicht sind, in der anorganischen Natur komme gar nichts Aehnliches oder nur entfernt damit Vergleichbares vor. Man nennt ja eben deshalb die Organismen belebte und die Anorgane leblose Naturkörper. Daher erhielt sich bis in unser Jahrhundert hinein, selbst in der Wissenschaft, die sich mit der Erforschung der Lebenserscheinungen beschäftigt, in der Physiologie, die irrthümliche Ansicht, daß die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Materie nicht zur Erklärung der Lebenserscheinungen ausreichen. Heutzutage, namentlich seit dem letzten Jahrzehnt, darf diese Ansicht als völlig überwunden angesehen werden. In der Physiologie wenigstens hat sie nirgends mehr eine Stätte. Es fällt heutzutage keinem Physiologen mehr ein, irgend welche Lebenserscheinungen als das Resultat einer wunderbaren Lebenskraft aufzufassen, einer besonderen zweckmäßig thätigen Kraft, welche außerhalb der Materie steht, und welche die physikalisch-chemischen Kräfte gewissermaßen nur in ihren Dienst nimmt. Die heutige Physiologie ist zu der streng monistischen Ueberzeugung gelangt, daß sämmtliche Lebenserscheinungen, und vor allen die beiden Grunderscheinungen der Ernährung und Fortpflanzung, rein physikalisch-chemische Vorgänge, und ebenso unmittelbar von der materiellen Beschaffenheit des Organismus abhängig sind, wie alle physikalischen und chemischen Eigenschaften oder

Kräfte eines jeden Krystalles lediglich durch seine materielle Zusammensetzung bedingt werden. Da nun derjenige Grundstoff, welcher die eigenthümliche materielle Zusammensetzung der Organismen bedingt, der Kohlenstoff ist, so müssen wir alle Lebenserscheinungen, und vor allen die beiden Grunderscheinungen der Ernährung und Fortpflanzung, in letzter Linie auf die Eigenschaften des Kohlenstoffs zurückführen. Lediglich die eigenthümlichen, chemisch-physikalischen Eigenschaften des Kohlenstoffs, und namentlich der festflüssige Aggregatzustand und die leichte Zerseßbarkeit der höchst zusammengesetzten eiweißartigen Kohlenstoffverbindungen, sind die mechanischen Ursachen jener eigenthümlichen Bewegungserscheinungen, durch welche sich die Organismen von den Anorganen unterscheiden, und die man im engeren Sinne das „Leben“ zu nennen pflegt.

Um diese „Kohlenstofftheorie“, welche ich im zweiten Buche meiner generellen Morphologie ausführlich begründet habe, richtig zu würdigen, ist es vor Allem nöthig, diejenigen Bewegungserscheinungen scharf in's Auge zu fassen, welche beiden Gruppen von Naturkörpern gemeinsam sind. Unter diesen steht obenan das Wachsthum. Wenn Sie irgend eine anorganische Salzlösung langsam verdampfen lassen, so bilden sich darin Salzkrystalle, welche bei weiter gehender Verdunstung des Wassers langsam an Größe zunehmen. Dieses Wachsthum erfolgt dadurch, daß immer neue Theilchen aus dem flüssigen Aggregatzustande in den festen übergehen und sich an den bereits gebildeten festen Krystallkern nach bestimmten Gesetzen anlagern. Durch solche Anlagerung oder Apposition der Theilchen entstehen die mathematisch bestimmten Krystallformen. Ebenso durch Aufnahme neuer Theilchen geschieht auch das Wachsthum der Organismen. Der Unterschied ist nur der, daß beim Wachsthum der Organismen in Folge ihres festflüssigen Aggregatzustandes die neu aufgenommenen Theilchen in's Innere des Organismus vorrücken (Intusussception), während die Anorgane nur durch Apposition, durch

Ansatz neuer, gleichartiger Materie von außen her zunehmen. Indeß ist dieser wichtige Unterschied des Wachsthums durch Intussusception und durch Apposition augenscheinlich nur die nothwendige und unmittelbare Folge des verschiedenen Dichtigkeitszustandes oder Aggregatzustandes der Organismen und der Anorgane.

Ich kann hier an dieser Stelle leider nicht näher die mancherlei höchst interessanten Parallelen und Analogien verfolgen, welche sich zwischen der Bildung der vollkommensten Anorgane, der Krystalle, und der Bildung der einfachsten Organismen, der Moneren und der nächst verwandten Formen, vorfinden. Ich muß Sie in dieser Beziehung auf die eingehende Vergleichung der Organismen und der Anorgane verweisen, welche ich im fünften Capitel meiner generellen Morphologie durchgeführt habe (Gen. Morph. I, 111—166). Dort habe ich ausführlich bewiesen, daß durchgreifende Unterschiede zwischen den organischen und anorganischen Naturkörpern weder in Bezug auf Form und Structur, noch in Bezug auf Stoff und Kraft existiren, daß die wirklich vorhandenen Unterschiede von der eigenthümlichen Natur des Kohlenstoffs abhängen, und daß keine unübersteigliche Kluft zwischen organischer und anorganischer Natur existirt. Besonders einleuchtend erkennen Sie diese höchst wichtige Thatsache, wenn Sie die Entstehung der Formen bei den Krystallen und bei den einfachsten organischen Individuen vergleichend untersuchen. Auch bei der Bildung der Krystallindividuen treten zweierlei verschiedene, einander entgegengewirkende Bildungstriebe in Wirksamkeit. Die innere Gestaltungskraft oder der innere Bildungstrieb, welcher der Erblichkeit der Organismen entspricht, ist bei dem Krystalle der unmittelbare Ausfluß seiner materiellen Constitution oder seiner chemischen Zusammensetzung. Die Form des Krystalles, soweit sie durch diesen inneren, ureigenen Bildungstrieb bestimmt wird, ist das Resultat der specifisch bestimmten Art und Weise, in welcher sich die kleinsten Theilchen der krystallisirenden Materie nach verschiedenen Richtungen hin gesetzmäßig an einander lagern. Jener selbstständigen inneren Bildungskraft,

welche der Materie selbst unmittelbar anhaftet, wirkt eine zweite formbildende Kraft geradezu entgegen. Diese äußere Gestaltungskraft oder den äußeren Bildungstrieb können wir bei den Krystallen ebenso gut wie bei den Organismen als Anpassung bezeichnen. Jedes Krystallindividuum muß sich während seiner Entstehung ganz ebenso wie jedes organische Individuum den umgebenden Einflüssen und Existenzbedingungen der Außenwelt unterwerfen und anpassen. In der That ist die Form und Größe eines jeden Krystalles abhängig von seiner gesammten Umgebung, z. B. von dem Gefäß, in welchem die Krystallisation stattfindet, von der Temperatur und von dem Luftdruck, unter welchem der Krystall sich bildet, von der Anwesenheit oder Abwesenheit ungleichartiger Körper u. s. w. Die Form jedes einzelnen Krystalles ist daher ebenso wie die Form jedes einzelnen Organismus das Resultat der Gegenwirkung zweier einander gegenüber stehender Factoren, des inneren Bildungstriebes, der durch die chemische Constitution der eigenen Materie gegeben ist, und des äußeren Bildungstriebes, welcher durch die Einwirkung der umgebenden Materie bedingt ist. Beide in Wechselwirkung stehende Gestaltungskräfte sind im Organismus ebenso wie im Krystall rein mechanischer Natur, unmittelbar an dem Stoffe des Körpers haftend. Wenn man das Wachsthum und die Gestaltung der Organismen als einen Lebensproceß bezeichnet, so kann man dasselbe ebenso gut von dem sich bildenden Krystall behaupten. Die teleologische Naturbetrachtung, welche in den organischen Formen zweckmäßig eingerichtete Schöpfungsmaschinen erblickt, muß folgerichtiger Weise dieselben auch in den Krystallformen anerkennen. Die Unterschiede, welche sich zwischen den einfachsten organischen Individuen und den anorganischen Krystallen vorfinden, sind durch den festen Aggregatzustand der letzteren, durch den festflüssigen Zustand der ersteren bedingt. Im Uebrigen sind die bewirkenden Ursachen der Form in beiden vollständig dieselben. Ganz besonders klar drängt sich Ihnen diese Ueberzeugung auf, wenn Sie die höchst merkwürdigen Erscheinungen von dem Wachsthum, der Anpassung und der

„Wechselbeziehung oder Correlation der Theile“ bei den entstehenden Krystallen mit den entsprechenden Erscheinungen bei der Entstehung der einfachsten organischen Individuen (Moneren und Zellen) vergleichen. Die Analogie zwischen Beiden ist so groß, daß wirklich keine scharfe Grenze zu ziehen ist. In meiner generellen Morphologie habe ich hierfür eine Anzahl von schlagenden Thatsachen angeführt (Gen. Morph. I, 146, 156, 158).

Wenn Sie diese „Einheit der organischen und anorganischen Natur“, diese wesentliche Uebereinstimmung der Organismen und Anorgane in Stoff, Form und Kraft sich lebhaft vor Augen halten, wenn Sie sich erinnern, daß wir nicht im Stande sind, irgend welche fundamentalen Unterschiede zwischen diesen beiderlei Körpergruppen festzustellen (wie sie früherhin allgemein angenommen wurden), so verliert die Frage von der Urzeugung sehr viel von der Schwierigkeit, welche sie auf den ersten Blick zu haben scheint. Es wird uns dann die Entwicklung des ersten Organismus aus anorganischer Materie als ein viel leichter denkbare und verständlicher Proceß erscheinen, als es bisher der Fall war, wo man jene künstliche absolute Scheidewand zwischen organischer oder belebter und anorganischer oder lebloser Natur aufrecht erhielt.

Bei der Frage von der Urzeugung oder Archigonie, die wir jetzt bestimmter beantworten können, erinnern Sie sich zunächst daran, daß wir unter diesem Begriff ganz allgemein die elternlose Zeugung eines organischen Individuums, die Entstehung eines Organismus unabhängig von einem elterlichen oder zeugenden Organismus verstehen. In diesem Sinne haben wir früher die Urzeugung (Archigonia) der Elternzeugung oder Fortpflanzung (Tocogonia) entgegengesetzt (S. 164). Bei der letzteren entsteht das organische Individuum dadurch, daß ein größerer oder geringerer Theil von einem bereits bestehenden Organismus sich ablöst und selbstständig weiter wächst (Gen. Morph. II, 32).

Von der Urzeugung, welche man auch oft als freiwillige oder ursprüngliche Zeugung bezeichnet (Generatio spontanea, aequivoca,

primaria etc.), müssen wir zunächst zwei wesentlich verschiedene Arten unterscheiden, nämlich die Autogonie und die Plasmogonie. Unter Autogonie verstehen wir die Entstehung eines einfachsten organischen Individuums in einer anorganischen Bildungsflüssigkeit, d. h. in einer Flüssigkeit, welche die zur Zusammensetzung des Organismus erforderlichen Grundstoffe in einfachen und nicht lockeren Verbindungen gelöst enthält (z. B. Kohlensäure, Ammoniak, binäre Salze u. s. w.). Plasmogonie dagegen nennen wir die Urzeugung dann, wenn der Organismus in einer organischen Bildungsflüssigkeit entsteht, d. h. in einer Flüssigkeit, welche jene erforderlichen Grundstoffe in Form von verwickelten und lockeren Kohlenstoffverbindungen gelöst enthält (z. B. Eiweiß, Fett, Kohlenhydraten &c.) (Gen. Morph. I, 174; II, 33).

Der Vorgang der Autogonie sowohl als der Plasmogonie ist bis jetzt noch nicht direct mit voller Sicherheit beobachtet. In älterer und neuerer Zeit hat man über die Möglichkeit oder Wirklichkeit der Urzeugung sehr zahlreiche und zum Theil auch interessante Versuche angestellt. Allein diese Experimente beziehen sich fast sämmtlich nicht auf die Autogonie, sondern auf die Plasmogonie, auf die Entstehung eines Organismus aus bereits gebildeter organischer Materie. Offenbar hat aber für unsere Schöpfungsgeschichte dieser letztere Vorgang nur ein untergeordnetes Interesse. Es kommt für uns vielmehr darauf an, die Frage zu lösen: „Giebt es eine Autogonie? Ist es möglich, daß ein Organismus nicht aus vorgebildeter organischer, sondern aus rein anorganischer Materie entsteht?“ Daher können wir hier auch ruhig alle jene zahlreichen Experimente, welche sich nur auf die Plasmogonie beziehen, welche in dem letzten Jahrzehnt mit besonderem Eifer betrieben worden sind, und welche meist ein negatives Resultat hatten, bei Seite lassen. Denn angenommen auch, es würde dadurch die Wirklichkeit der Plasmogonie streng bewiesen, so wäre damit noch nicht die Autogonie erklärt.

Die Versuche über Autogonie haben bis jetzt ebenfalls kein sicheres positives Resultat geliefert. Jedoch müssen wir uns von vorn

herein auf das bestimmteste dagegen verwahren, daß durch diese Experimente die Unmöglichkeit der Urzeugung überhaupt nachgewiesen sei. Die allermeisten Naturforscher, welche bestrebt waren, diese Frage experimentell zu entscheiden, und welche bei Anwendung aller möglichen Vorsichtsmaßregeln unter ganz bestimmten Verhältnissen keine Organismen entstehen sahen, stellten auf Grund dieser negativen Resultate sofort die Behauptung auf: „Es ist überhaupt unmöglich, daß Organismen von selbst, ohne elterliche Zeugung, entstehen.“ Diese leichtfertige und unüberlegte Behauptung stützten sie einfach und allein auf das negative Resultat ihrer Experimente, welche doch weiter Nichts beweisen konnten, als daß unter diesen oder jenen, höchst künstlichen Verhältnissen, wie sie durch die Experimentatoren geschaffen wurden, kein Organismus sich bildete. Man kann auf keinen Fall aus jenen Versuchen, welche meistens unter den unnatürlichsten Bedingungen, in höchst künstlicher Weise angestellt wurden, den Schluß ziehen, daß die Urzeugung überhaupt unmöglich sei. Die Unmöglichkeit eines solchen Vorganges kann überhaupt niemals bewiesen werden. Denn wie können wir wissen, daß in jener ältesten unvordenklichen Urzeit nicht ganz andere Bedingungen, als gegenwärtig, existirten, welche eine Urzeugung ermöglichten? Ja, wir können sogar mit voller Sicherheit positiv behaupten, daß die allgemeinen Lebensbedingungen der Primordialzeit gänzlich von denen der Gegenwart verschieden gewesen sein müssen. Denken Sie allein an die Thatsache, daß die ungeheuren Massen von Kohlenstoff, welche wir gegenwärtig in den primären Steinkohlegebirgen abgelagert finden, erst durch die Thätigkeit des Pflanzenlebens in feste Form gebracht, und die mächtig zusammengepreßten und verdichteten Ueberreste von zahllosen Pflanzenleichen sind, die sich im Laufe vieler Millionen Jahre anhäufte. Allein zu der Zeit, als auf der abgekühlten Erdrinde nach der Entstehung des tropfbarflüssigen Wassers zum ersten Male Organismen durch Urzeugung sich bildeten, waren jene unermesslichen Kohlenstoffquantitäten in ganz anderer Form vorhanden, wahrscheinlich größtentheils in Form von Kohlenäure in der Atmosphäre vertheilt. Die

ganze Zusammensetzung der Atmosphäre war also außerordentlich von der jetzigen verschieden. Ferner waren, wie sich aus chemischen, physikalischen und geologischen Gründen schließen läßt, der Dichtigkeitszustand und die elektrischen Verhältnisse der Atmosphäre ganz andere. Ebenso war auch jedenfalls die chemische und physikalische Beschaffenheit des Urmeeres, welches damals als eine ununterbrochene Wasserhülle die ganze Erdoberfläche im Zusammenhang bedeckte, ganz eigenthümlich. Temperatur, Dichtigkeit, Salzgehalt u. s. w. müssen sehr von denen der jetzigen Meere verschieden gewesen sein. Es bleibt also auf jeden Fall für uns, wenn wir auch sonst Nichts weiter davon wissen, die Annahme wenigstens nicht bestreitbar, daß zu jener Zeit unter ganz anderen Bedingungen eine Urzeugung möglich gewesen sei, die heutzutage vielleicht nicht mehr möglich ist.

Nun kommt aber dazu, daß durch die neueren Fortschritte der Chemie und Physiologie das Räthselhafte und Wunderbare, das zunächst der viel bestrittene und doch nothwendige Vorgang der Urzeugung an sich zu haben scheint, größtentheils oder eigentlich ganz zerstört worden ist. Es ist noch nicht fünfzig Jahre her, daß sämmtliche Chemiker behaupteten, wir seien nicht im Stande, irgend eine zusammengesetzte Kohlenstoffverbindung oder eine sogenannte „organische Verbindung“ künstlich in unseren Laboratorien herzustellen. Nur die mythische „Lebenskraft“ sollte diese Verbindungen zu Stande bringen können. Als daher 1828 Wöhler in Göttingen zum ersten Male dieses Dogma thatsächlich widerlegte, und auf künstlichem Wege aus rein anorganischen Körpern (Cyan- und Ammoniakverbindungen) den rein „organischen“ Harnstoff darstellte, war man im höchsten Grade erstaunt und überrascht. In der neueren Zeit ist es nun durch die Fortschritte der synthetischen Chemie gelungen, derartige „organische“ Kohlenstoffverbindungen rein künstlich in großer Mannichfaltigkeit in unseren Laboratorien aus anorganischen Substanzen herzustellen, z. B. Alkohol, Essigsäure, Ameisensäure u. s. w. Selbst viele höchst verwickelte Kohlenstoffverbindungen werden jetzt künstlich zusammengesetzt, so daß alle Aussicht vorhanden ist, auch die am meisten zusammengesetzten und zu-

gleich die wichtigsten von allen, die Eiweißverbindungen oder Plasma-körper, früher oder später künstlich in unseren chemischen Werkstätten zu erzeugen. Dadurch ist aber die tiefe Kluft zwischen organischen und anorganischen Körpern, die man früher allgemein festhielt, größtentheils oder eigentlich ganz beseitigt, und für die Vorstellung der Urzeugung der Weg gebahnt.

Von noch größerer, ja von der allergrößten Wichtigkeit für die Hypothese der Urzeugung sind endlich die höchst merkwürdigen Moneren, jene schon vorher mehrfach erwähnten Lebewesen, welche nicht nur die einfachsten beobachteten, sondern auch überhaupt die denkbar einfachsten von allen Organismen sind¹⁵⁾. Schon früher, als wir die einfachsten Erscheinungen der Fortpflanzung und Vererbung untersuchten, habe ich Ihnen diese wunderbaren „Organismen ohne Organe“ beschrieben. Wir kennen jetzt schon sieben verschiedene Gattungen solcher Moneren, von denen einige im süßen Wasser, andere im Meere leben (vergl. oben S. 164—167, sowie das Titelbild und dessen Erklärung im Anhang). In vollkommen ausgebildetem und frei beweglichem Zustande stellen sie sämmtlich weiter Nichts dar, als ein structurloses Klümpchen einer eiweißartigen Kohlenstoffverbindung. Nur durch die Art der Fortpflanzung und Entwicklung, sowie der Nahrungsaufnahme sind die einzelnen Gattungen und Arten ein wenig verschieden. Durch die Entdeckung dieser Organismen, die von der allergrößten Bedeutung ist, verliert die Annahme einer Urzeugung den größten Theil ihrer Schwierigkeiten. Denn da denselben noch jede Organisation, jeder Unterschied ungleichartiger Theile fehlt, da alle Lebenserscheinungen von einer und derselben gleichartigen und formlosen Materie vollzogen werden, so können wir uns ihre Entstehung durch Urzeugung sehr wohl denken. Geschieht dieselbe durch Plasmagonie, ist bereits lebensfähiges Plasma vorhanden, so braucht dasselbe bloß sich zu individualisiren, in gleicher Weise, wie bei der Krystallbildung sich die Mutterlauge der Krystalle individualisirt. Geschieht dagegen die Urzeugung der Moneren durch wahre Autogonie, so ist dazu noch erforderlich, daß vorher jenes

lebensfähige Plasma, jener Urschleim, aus einfacheren Kohlenstoffverbindungen sich bildet. Da wir jetzt im Stande sind, in unseren chemischen Laboratorien ähnliche zusammengesetzte Kohlenstoffverbindungen künstlich herzustellen, so liegt durchaus kein Grund für die Annahme vor, daß nicht auch in der freien Natur sich Verhältnisse finden, unter denen ähnliche Verbindungen entstehen können. Sobald man früherhin die Vorstellung der Urzeugung zu fassen suchte, scheiterte man sofort an der organischen Zusammensetzung auch der einfachsten Organismen, welche man damals kannte. Erst seitdem wir mit den höchst wichtigen Moneren bekannt geworden sind, erst seitdem wir in ihnen Organismen kennen gelernt haben, welche gar nicht aus Organen zusammengesetzt sind, welche bloß aus einer einzigen chemischen Verbindung bestehen, und dennoch wachsen, sich ernähren und fortpflanzen, ist jene Hauptschwierigkeit gelöst, und die Hypothese der Urzeugung hat dadurch denjenigen Grad von Wahrscheinlichkeit gewonnen, welcher sie berechtigt, die Lücke zwischen Kant's Kosmogonie und Lamarck's Descendenztheorie auszufüllen. Es giebt sogar schon unter den bis jetzt bekannten Moneren eine Art, die vielleicht noch heutzutage beständig durch Urzeugung entsteht. Das ist der wunderbare, von Huxley entdeckte und beschriebene *Bathybius Haeckelii*. Wie ich schon früher erwähnte (S. 165), findet sich dieses Moner in den größten Tiefen des Meeres, zwischen 12,000 und 24,000 Fuß, wo es den Boden theils in Form von netzförmigen Plasmasträngen und Geflechten, theils in Form von unregelmäßigen größeren und kleineren Plasmaklumpen überzieht.

Nur solche homogene, noch gar nicht differenzirte Organismen, welche in ihrer gleichartigen Zusammensetzung aus einerlei Theilchen den anorganischen Krystallen gleichstehen, konnten durch Urzeugung entstehen, und konnten die Ureltern aller übrigen Organismen werden. Bei der weiteren Entwicklung derselben haben wir als den wichtigsten Vorgang zunächst die Bildung eines Kernes (Nucleus) in dem structurlosen Eiweißklümpchen anzusehen. Diese können wir uns rein physikalisch durch Verdichtung der innersten, centralen Eiweißtheilchen

vorstellen. Die dichtere centrale Masse, welche anfangs allmählich in das peripherische Plasma übergang, sonderte sich später ganz von diesem ab und bildete so ein selbstständiges rundes Eiweißkörperchen, den Kern. Durch diesen Vorgang ist aber bereits aus dem Moner eine Zelle geworden. Daß nun die weitere Entwicklung aller übrigen Organismen aus einer solchen Zelle keine Schwierigkeit hat, muß Ihnen aus den bisherigen Vorträgen klar geworden sein. Denn jedes Thier und jede Pflanze ist im Beginn ihres individuellen Lebens eine einfache Zelle. Der Mensch so gut, wie jedes andere Thier, ist anfangs weiter Nichts, als eine einfache Eizelle, ein einziges Schleimklümpchen, worin sich ein Kern befindet (S. 170, Fig. 3).

Ebenso wie der Kern der organischen Zellen durch Sonderung in der inneren oder centralen Masse der ursprünglichen gleichartigen Plasma Klümpchen entstand, so bildete sich die erste Zellhaut oder Membran an deren Oberfläche. Auch diesen einfachen, aber höchst wichtigen Vorgang können wir, wie oben schon bemerkt, einfach physikalisch erklären, entweder durch einen chemischen Niederschlag oder eine physikalische Verdichtung in der oberflächlichsten Rindenschicht, oder durch eine Ausscheidung. Eine der ersten Anpassungsthätigkeiten, welche die durch Urzeugung entstandenen Moneren ausübten, wird die Verdichtung einer äußeren Rindenschicht gewesen sein, welche als schützende Hülle das weichere Innere gegen die angreifenden Einflüsse der Außenwelt abschloß. War aber erst durch Verdichtung der homogenen Moneren im Inneren ein Zellkern, an der Oberfläche eine Zellhaut entstanden, so waren damit alle die fundamentalen Formen der Bausteine gegeben, aus denen durch unendlich mannichfaltige Zusammensetzung sich erfahrungsgemäß der Körper sämtlicher höheren Organismen aufbaut.

Wie schon früher erwähnt wurde, beruht unser ganzes Verständniß des Organismus wesentlich auf der von Schleiden und Schwann vor dreißig Jahren aufgestellten Zellentheorie. Danach ist jeder Organismus entweder eine einfache Zelle oder eine Gemeinde, ein Staat von eng verbundenen Zellen. Die gesammten Formen und

Lebenserscheinungen eines jeden Organismus sind das Gesamtergebnis der Formen und Lebenserscheinungen aller einzelnen ihn zusammensetzenden Zellen. Durch die neueren Fortschritte der Zellenlehre ist es nöthig geworden, die Elementarorganismen, oder die organischen „Individuen erster Ordnung“, welche man gewöhnlich als „Zellen“ bezeichnet, mit dem allgemeineren und passenderen Namen der Bildnerinnen oder Plastiden zu belegen. Wir unterscheiden unter diesen Bildnerinnen zwei Hauptgruppen, nämlich Cytoden und echte Zellen. Die Cytoden sind kernlose Plasmastücke, gleich den Moneren (S. 167, Fig. 1). Die Zellen dagegen sind Plasmastücke, welche einen Kern oder Nucleus enthalten (S. 169, Fig. 2). Jede dieser beiden Hauptformen von Plastiden zerfällt wieder in zwei untergeordnete Formgruppen, je nachdem sie eine äußere Umhüllung (Haut, Schale oder Membran) besitzen oder nicht. Wir können demnach allgemein folgende Stufenleiter von vier verschiedenen Plastidenarten unterscheiden, nämlich: 1. Urcytoden (S. 167, Fig. 1 A); 2. Hüllcytoden; 3. Urzellen (S. 169, Fig. 2 B); 4. Hüllzellen (S. 169, Fig. 2 A) (Gen. Morph. I, 269—289).

Was das Verhältniß dieser vier Plastidenformen zur Urzeugung betrifft, so ist folgendes das Wahrscheinlichste: 1. die Urcytoden (Gymnocytozoa), nackte Plasmastücke ohne Kern, gleich den heute noch lebenden Moneren, sind die einzigen Plastiden, welche unmittelbar durch Urzeugung entstanden; 2. die Hüllcytoden (Lepocytozoa), Plasmastücke ohne Kern, welche von einer Hülle (Membran oder Schale) umgeben sind, entstanden aus den Urcytoden entweder durch Verdichtung der oberflächlichsten Plasmaschichten oder durch Ausschcheidung einer Hülle; 3. die Urzellen (Gymnocyta) oder nackte Zellen, Plasmastücke mit Kern, aber ohne Hülle, entstanden aus den Urcytoden durch Verdichtung der innersten Plasmatheile zu einem Kerne oder Nucleus, durch Differenzirung von centralem Kerne und peripherischem Zellstoff; 4. die Hüllzellen (Lepocyta) oder Hautzellen, Plasmastücke mit Kern und mit äußerer Hülle (Membran oder Schale), entstanden entweder aus den Hüllcytoden durch Bildung eines Kernes

oder aus den Urzellen durch Bildung einer Membran. Alle übrigen Formen von Bildnerinnen oder Plastiden, welche außerdem noch vorkommen, sind erst nachträglich durch natürliche Züchtung, durch Abstammung mit Anpassung, durch Differenzirung und Umbildung aus jenen vier Grundformen entstanden.

Durch diese Plastidentheorie, durch diese Ableitung aller verschiedenen Plastidenformen und somit auch aller aus ihnen zusammengesetzten Organismen von den Moneren, kommt ein einfacher und natürlicher Zusammenhang in die gesammte Entwicklungstheorie. Die Entstehung der ersten Moneren durch Urzeugung erscheint uns als ein einfacher und nothwendiger Vorgang in dem Entwicklungsproceß des Erdkörpers. Wir gehen zu, daß dieser Vorgang, so lange er noch nicht direct beobachtet oder durch das Experiment wiederholt ist, eine reine Hypothese bleibt. Allein ich wiederhole, daß diese Hypothese für den ganzen Zusammenhang der natürlichen Schöpfungsgeschichte unentbehrlich ist, daß sie an sich durchaus nichts Gezwungenes und Wunderbares mehr hat, und daß sie keinesfalls jemals positiv widerlegt werden kann. Auch ist zu berücksichtigen, daß der Vorgang der Urzeugung, selbst wenn er alltäglich und stündlich noch heute stattfände, auf jeden Fall äußerst schwierig zu beobachten und mit untrüglicher Sicherheit als solcher festzustellen sein würde. Den heute noch lebenden Moneren gegenüber finden wir uns aber in folgende Alternative versetzt: Entweder stammen dieselben wirklich direct von den zuerst entstandenen oder „erschaffenen“ ältesten Moneren ab, und dann müßten sie sich diese vielen Millionen Jahre hindurch unverändert fortgepflanzt und in der ursprünglichen Form einfacher Plasmastückchen erhalten haben. Oder die heutigen Moneren sind erst viel später im Laufe der organischen Erdgeschichte durch wiederholte Urzeugung-Akte entstanden, und dann kann die Urzeugung ebenso gut noch heute stattfinden. Offenbar hat die letztere Annahme viel mehr Wahrscheinlichkeit für sich als die erstere.

Wenn Sie die Hypothese der Urzeugung nicht annehmen, so müssen Sie an diesem einzigen Punkte der Entwicklungstheorie zum

Wunder einer übernatürlichen Schöpfung Ihre Zuflucht nehmen. Der Schöpfer muß dann den ersten Organismus oder die wenigen ersten Organismen, von denen alle übrigen abstammen, jedenfalls einfachste Moneren oder Urctoden, als solche geschaffen und ihnen die Fähigkeit beigelegt haben, sich in mechanischer Weise weiter zu entwickeln. Ich überlasse es einem Jeden von Ihnen, zwischen dieser Vorstellung und der Hypothese der Urzeugung zu wählen. Mir scheint die Vorstellung, daß der Schöpfer an diesem einzigen Punkte willkürlich in den gesetzmäßigen Entwicklungsgang der Materie eingegriffen habe, der im Uebrigen ganz ohne seine Mitwirkung verläuft, ebenso unbefriedigend für das gläubige Gemüth, wie für den wissenschaftlichen Verstand zu sein. Nehmen wir dagegen für die Entstehung der ersten Organismen die Hypothese der Urzeugung an, welche aus den oben erörterten Gründen, insbesondere durch die Entdeckung der Moneren, ihre frühere Schwierigkeit verloren hat, so gelangen wir zur Herstellung eines ununterbrochenen natürlichen Zusammenhanges zwischen der Entwicklung der Erde und der von ihr geborenen Organismen, und wir erkennen auch in dem letzten noch zweifelhaften Punkte die Einheit der gesammten Natur und die Einheit ihrer Entwicklungsgesetze (Gen. Morph. I, 164).

Vierzehnter Vortrag.

Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde.

Chorologische Thatsachen und Ursachen. Einmalige Entstehung der meisten Arten an einem einzigen Orte: „Schöpfungsmittelpunkte“. Ausbreitung durch Wanderung. Active und passive Wanderungen der Thiere und Pflanzen. Transportmittel. Transport der Keime durch Wasser und Wind. Beständige Veränderung der Verbreitungsbezirke durch Hebungen und Senkungen des Bodens. Chorologische Bedeutung der geologischen Vorgänge. Einfluß des Klima-Wechsels. Eiszeit oder Glacial-Periode. Ihre Bedeutung für die Chorologie. Bedeutung der Wanderungen für die Entstehung neuer Arten. Isolirung der Kolonisten. Wagners „Migrationsgesetz.“ Verhältniß der Migrationstheorie zur Selectionstheorie. Uebereinstimmung ihrer Folgerungen mit der Descendenztheorie.

Meine Herren! Wie ich schon zu wiederholten Malen hervorgehoben habe, wie aber nie genug betont werden kann, liegt der eigentliche Werth und die unüberwindliche Stärke der Descendenztheorie nicht darin, daß sie uns diese oder jene einzelne Erscheinung erläutert, sondern darin, daß sie uns die Gesamtheit der biologischen Phänomene erklärt, daß sie uns alle botanischen und zoologischen Erscheinungsreihen in ihrem inneren Zusammenhange verständlich macht. Daher wird jeder denkende Forscher um so fester und tiefer von ihrer Wahrheit durchdrungen, je mehr er seinen Blick von einzelnen biologischen Wahrnehmungen zu einer allgemeinen Betrachtung des Gesamtgebietes des Thier- und Pflanzenlebens erhebt. Lassen

Sie uns nun jetzt, von diesem umfassenden Standpunkt aus, ein biologisches Gebiet überblicken, dessen mannichfaltige und verwickelte Erscheinungen besonders einfach und lichtvoll durch die Selectionstheorie erklärt werden. Ich meine die Chorologie oder die Lehre von der räumlichen Verbreitung der Organismen über die Erdoberfläche. Darunter verstehe ich nicht nur die geographische Verbreitung der Thier- und Pflanzenarten über die verschiedenen Erdtheile und deren Provinzen, über Festländer und Inseln, Meere und Flüsse; sondern auch die topographische Verbreitung derselben in verticaler Richtung, ihr Hinaufsteigen auf die Höhen der Gebirge, ihr Hinabsteigen in die Tiefen des Oceans (Gen. Morph. II, 286).

Wie Ihnen bekannt sein wird, haben die sonderbaren chorologischen Erscheinungsreihen, welche die horizontale Verbreitung der Organismen über die Erdtheile, und ihre verticale Verbreitung in Höhen und Tiefen darbieten, schon seit längerer Zeit allgemeines Interesse erweckt. In neuerer Zeit haben namentlich Alexander Humboldt⁸⁹⁾ und Frederick Schouw die Geographie der Pflanzen, Berghaus und Schmarlda die Geographie der Thiere in weiterem Umfange behandelt. Aber obwohl diese und manche andere Naturforscher unsere Kenntniße von der Verbreitung der Thier- und Pflanzenformen vielfach gefördert und uns ein weites Gebiet des Wissens voll wunderbarer und interessanter Erscheinungen zugänglich gemacht haben, so blieb doch die ganze Chorologie immer nur ein zerstreutes Wissen von einer Masse einzelner Thatfachen. Eine Wissenschaft konnte man sie nicht nennen, so lange uns die wirkenden Ursachen zur Erklärung dieser Thatfachen fehlten. Diese Ursachen hat uns erst die Selectionstheorie mit ihrer Lehre von den Wanderungen der Thier- und Pflanzenarten enthüllt, und erst seit Darwin und Wallace können wir von einer selbstständigen chorologischen Wissenschaft reden.

Wenn man die gesammten Erscheinungen der geographischen und topographischen Verbreitung der Organismen an und für sich betrachtet, ohne Rücksicht auf die allmähliche Entwicklung der Arten, und

wenn man zugleich, dem herkömmlichen Aberglauben folgend, die einzelnen Thier- und Pflanzenarten als selbstständig erschaffene und von einander unabhängige Formen betrachtet, so bleibt nichts anderes übrig, als jene Erscheinungen wie eine bunte Sammlung von unbegreiflichen und unerklärlichen Wundern anzustaunen. Sobald man aber diesen niederen Standpunkt verläßt und mit der Annahme einer Blutsverwandtschaft der verschiedenen Species sich zur Höhe der Entwicklungstheorie erhebt, so fällt mit einem Male ein vollständig erklärendes Licht auf jenes mystische Wundergebiet, und wir sehen, daß sich alle jene chorologischen Thatsachen ganz einfach und leicht aus der Annahme einer gemeinsamen Abstammung der Arten und ihrer passiven und activen Wanderung verstehen lassen.

Der wichtigste Grundsatz, von dem wir in der Chorologie ausgehen müssen, und von dessen Wahrheit uns jede tiefere Betrachtung der Selectionstheorie überzeugt, ist, daß in der Regel jede Thier- und Pflanzenart nur einmal im Lauf der Zeit und nur an einem Orte der Erde, an ihrem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte“, durch natürliche Züchtung entstanden ist. Ich theile diese Ansicht Darwins unbedingt in Bezug auf die große Mehrzahl der höheren und vollkommenen Organismen, in Bezug auf die allermeisten Thiere und Pflanzen, bei denen die Arbeitstheilung oder Differenzirung der sie zusammensetzenden Zellen und Organe einen gewissen Grad erreicht hat. Denn es ist ganz unglaublich, oder könnte doch nur durch einen höchst seltenen Zufall geschehen, daß alle die mannichfaltigen und verwickelten Umstände, alle die verschiedenen Bedingungen des Kampfes ums Dasein, die bei der Entstehung einer neuen Art durch natürliche Züchtung wirksam sind, genau in derselben Vereinigung und Verbindung mehr als einmal in der Erdgeschichte, oder gleichzeitig an mehreren verschiedenen Punkten der Erdoberfläche zusammen gewirkt haben.

Dagegen halte ich es für sehr wahrscheinlich, daß gewisse höchst unvollkommene Organismen vom einfachsten Bau, Speciesformen von höchst indifferenten Natur, wie z. B. manche einzellige Protisten,

namentlich aber die einfachsten von allen, die Moneren, in ihrer specifischen Form mehrmals oder gleichzeitig an mehreren Stellen der Erde entstanden seien. Denn die wenigen sehr einfachen Bedingungen, durch welche ihre specifische Form im Kampfe ums Dasein umgebildet wurde, können sich wohl öfter im Laufe der Zeit, oder unabhängig von einander an verschiedenen Stellen der Erde wiederholt haben. Ferner können auch diejenigen höheren specifischen Formen, welche nicht durch natürliche Züchtung, sondern durch Bastardzeugung entstanden sind, die früher erwähnten Bastardarten (S. 130, 245) wiederholt an verschiedenen Orten neu entstanden sein. Da uns jedoch diese verhältnißmäßig geringe Anzahl von Organismen hier vorläufig noch nicht näher interessirt, so können wir in chorologischer Beziehung von ihnen absehen, und brauchen bloß die Verbreitung der großen Mehrzahl der Thier- und Pflanzenarten in Betracht zu ziehen, bei denen die einmalige Entstehung jeder Species an einem einzigen Orte, an ihrem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte“, aus vielen wichtigen Gründen als hinreichend gesichert angesehen werden kann.

Jede Thier- und Pflanzenart hat nun von Anbeginn ihrer Existenz an das Streben besessen, sich über die beschränkte Lokalität ihrer Entstehung, über die Schranken ihres „Schöpfungsmittelpunktes“ oder besser gesagt ihrer Urheimath oder ihres Geburtsortes hinaus auszubreiten. Das ist eine nothwendige Folge der früher erörterten Bevölkerung- und Uebervölkerungsverhältnisse (S. 144, 228). Je stärker eine Thier- oder Pflanzenart sich vermehrt, desto weniger reicht ihr beschränkter Geburtsort für ihren Unterhalt aus, desto heftiger wird der Kampf um's Dasein, desto rascher tritt eine Uebervölkerung der Heimath und in Folge dessen Auswanderung ein. Diese Wanderungen sind allen Organismen gemeinsam und sie sind die eigentliche Ursache der weiten Verbreitung der verschiedenen Organismenarten über die Erdoberfläche. Wie die Menschen aus den überfüllten Staaten, so wandern Thiere und Pflanzen allgemein aus ihrer überfüllten Urheimath aus.

Auf die hohe Bedeutung dieser sehr interessanten Wanderungen der Organismen haben schon früher viele ausgezeichnete Naturforscher, insbesondere Lyell¹¹⁾, Schleiden u. A. wiederholt aufmerksam gemacht. Die Transportmittel, durch welche dieselben geschehen, sind äußerst mannichfaltig. Darwin hat dieselben im elften und zwölften Kapitel seines Werks, welche der „geographischen Verbreitung“ ausschließlich gewidmet sind, vortrefflich erörtert. Die Transportmittel sind theils active, theils passive; d. h. der Organismus bewerkstelligt seine Wanderungen theils durch freie Ortsbewegungen, die von ihm selbst ausgehen, theils durch Bewegungen anderer Naturkörper, an denen er sich nicht selbstthätig theilnimmt.

Die activen Wanderungen spielen selbstverständlich die größte Rolle bei den frei beweglichen Thieren. Je freier die Bewegung eines Thieres nach allen Richtungen hin durch seine Organisation erlaubt ist, desto leichter kann diese Thierart wandern, und desto rascher sich über die Erde ausbreiten. Am meisten begünstigt sind in dieser Beziehung natürlich die fliegenden Thiere, und insbesondere unter den Wirbelthieren die Vögel, unter den Gliedertieren die Insecten. Leichter als alle anderen Thiere konnten sich diese beiden Klassen alsbald nach ihrer Entstehung über die ganze Erde verbreiten, und daraus erklärt sich auch zum Theil die ungemeine innere Einförmigkeit, welche diese beiden großen Thierklassen vor allen anderen auszeichnet. Denn obwohl dieselben eine außerordentliche Anzahl von verschiedenen Arten enthalten, und obwohl die Insectenklasse allein mehr verschiedene Species besitzen soll, als alle übrigen Thierklassen zusammengenommen, so stimmen dennoch alle diese unzähligen Insectenarten, und ebenso andererseits die verschiedenen Vögelarten, in allen wesentlichen Eigenthümlichkeiten ihrer Organisation ganz auffallend überein. Daher kann man sowohl in der Klasse der Insecten, als in derjenigen der Vögel, nur eine sehr geringe Anzahl von größeren natürlichen Gruppen oder „Ordnungen“ unterscheiden, und diese wenigen Ordnungen weichen im inneren Bau nur sehr wenig von einander ab. Die artenreichen Vögelordnungen sind lange

nicht so weit von einander verschieden, wie die viel weniger artenreichen Ordnungen der Säugethierklasse; und die an Genera- und Speciesformen äußerst reichen Insectenordnungen stehen sich im inneren Bau viel näher, als die viel kleineren Ordnungen der Krebsklasse. Die durchgehende Parallele zwischen den Vögeln und Insecten ist auch in dieser systematischen Beziehung sehr interessant; und die größte Bedeutung ihres Formenreichtums für die wissenschaftliche Morphologie liegt darin, daß sie uns zeigen, wie innerhalb des engsten anatomischen Spielraums, und ohne tiefere Veränderungen der wesentlichen inneren Organisation, die größte Mannichfaltigkeit der äußeren Körperform erreicht werden kann. Offenbar liegt der Grund dafür in der fliegenden Lebensweise und in der freiesten Ortsbewegung. In Folge dessen haben sich Vögel sowohl als Insecten sehr rasch über die ganze Erdoberfläche verbreitet, haben an allen möglichen, anderen Thieren unzugänglichen Localitäten sich angesiedelt, und nun durch oberflächliche Anpassung an bestimmte Localverhältnisse ihre spezifische Form vielfach modificirt.

Nächst den fliegenden Thieren haben natürlich am raschesten und weitesten sich diejenigen ausgebreitet, die nächst dem am besten wandern konnten, die besten Läufer unter den Landbewohnern, die besten Schwimmer unter den Wasserbewohnern. Das Vermögen derartiger activer Wanderungen ist aber nicht bloß auf diejenigen Thiere beschränkt, welche ihr ganzes Leben hindurch sich freier Ortsbewegung erfreuen. Denn auch die festhängenden Thiere, wie z. B. die Korallen, die Röhrenwürmer, die Seescheiden, die Seelilien, die Tascheln, die Rankenkrebse und viele andere niedere Thiere, die auf Seepflanzen, Steinen u. dgl. festgewachsen sind, genießen doch in ihrer Jugend wenigstens freie Ortsbewegung. Sie alle wandern, ehe sie sich festsetzen. Gewöhnlich ist der erste frei bewegliche Jugendzustand derselben eine flimmernde Larve, ein rundliches, zelliges Körperchen, welches mittelst eines Kleides von beweglichen Flimmerhaaren im Wasser umherschwärmt und den Namen Planula führt.

Aber nicht auf die Thiere allein ist das Vermögen der freien

Ortsbewegung und somit auch der activen Wanderung beschränkt, sondern selbst viele Pflanzen erfreuen sich desselben. Viele niedere Wasserpflanzen, insbesondere aus der Langklasse, schwimmen in ihrer ersten Jugend, gleich den eben erwähnten niederen Thieren, mittelst eines beweglichen Flimmerkleides, einer schwingenden Geißel oder eines zitternden Wimperpelzes, frei im Wasser umher und setzen sich erst später fest. Selbst bei vielen höheren Pflanzen, die wir als kriechende und kletternde bezeichnen, können wir von einer activen Wanderung sprechen. Der langgestreckte Stengel oder Wurzelstock derselben kriecht oder klettert während seines langen Wachsthums nach neuen Standorten und erobert sich mittelst seiner weitverzweigten Aeste einen neuen Wohnort, in dem er sich durch Knospen befestigt, und neue Kolonien von anderen Individuen seiner Art hervorruft.

So einflußreich nun aber auch diese activen Wanderungen der meisten Thiere und vieler Pflanzen sind, so würden sie allein doch bei weitem nicht ausreichen, uns die Chorologie der Organismen zu erklären. Vielmehr sind bei weitem wichtiger und von ungleich größerer Wirkung, wenigstens für die meisten Pflanzen und für viele Thiere, von jeher die passiven Wanderungen gewesen. Solche passive Ortsveränderungen werden durch äußerst mannichfaltige Ursachen hervorgebracht. Luft und Wasser in ihrer ewigen Bewegung, Wind und Wellen in ihrer mannichfaltigen Strömung spielen dabei die größte Rolle. Der Wind hebt allerorten und allerzeiten leichte Organismen, kleine Thiere und Pflanzen, namentlich aber die jugendlichen Keime derselben, Thiereier und Pflanzensamen, in die Höhe, und führt sie weithin über Land und Meer. Wo dieselben in das Wasser fallen, werden sie von Strömungen oder Wellen erfaßt und nach anderen Orten hingeführt. Wie weit in vielen Fällen Baumstämme, hartschalige Früchte und andere schwer verweßliche Pflanzentheile durch den Lauf der Flüsse und durch die Strömungen des Meeres von ihrer ursprünglichen Heimath weggeführt werden, ist aus zahlreichen Beispielen bekannt. Palmensämme aus Westindien werden durch den Golfstrom nach den britischen und norwegischen

Küsten gebracht. Alle großen Ströme führen Treibholz aus den Gebirgen und oft Alpenpflanzen aus ihrer Quellen Heimath in die Ebenen hinab und weiter bis zu ihrer Ausmündung in das Meer. Zwischen dem Wurzelwerk dieser fortgetriebenen Pflanzen, zwischen dem Gezweige der fortgeschwemmten Baumstämme sitzen oft zahlreiche Bewohner derselben, welche an der passiven Wanderung Theil nehmen müssen. Die Baumrinde ist mit Moos, Flechten und parasitischen Insecten bedeckt. Andere Insecten, Spinnen u. dergl., selbst kleine Reptilien und Säugethiere, sitzen geborgen in dem hohlen Stamme oder halten sich fest an den Zweigen. In der Erde, die zwischen die Wurzelfasern eingeklemmt ist, in dem Staube, welcher in den Rindenspalten festliegt, befinden sich zahllose Keime von kleineren Thieren und Pflanzen. Landet nun der fortgetriebene Stamm glücklich an einer fremden Küste oder einer fernen Insel, so können die Gäste, welche an der unfreiwilligen Reise Theil nehmen mußten, ihr Fahrzeug verlassen und sich in dem neuen Vaterlande ansiedeln.

Eine seltsame besondere Form dieses Wassertransports vermitteln die schwimmenden Eisberge, die sich alljährlich von dem ewigen Eise der Polarsee ablösen. Obwohl jene kalten Zonen im Ganzen sehr spärlich bevölkert sind, so können doch manche von ihren Bewohnern, die sich zufällig auf einem Eisberge während seiner Ablösung befanden, mit demselben von den Strömungen fortgeführt und an wärmeren Küsten gelandet werden. So ist schon oft mit abgelösten Eisblöcken des nördlichen Eismeeres eine ganz kleine Bevölkerung von Thieren und Pflanzen nach den nördlichen Küsten von Europa und Amerika geführt worden. Ja sogar einzelne Eisfische und Eisbären sind so nach Island und den britischen Inseln gelangt.

Keine geringere Bedeutung als der Wassertransport, besitzt für die passiven Wanderungen der Lufttransport. Der Staub, der unsere Straßen und Dächer bedeckt, die Erdruste, welche auf trockenen Feldern und ausgetrockneten Wasserbeden sich findet, die leichte Humusdecke des Waldbodens, kurz die ganze Oberfläche des trockenen Landes enthält Millionen von kleinen Organismen und von Keimen derselben.

Viele von diesen kleinen Thieren und Pflanzen können ohne Schaden vollständig austrocknen und erwachen wieder zum Leben, sobald sie befeuchtet werden. Jeder Windstoß hebt mit dem Staube unzählige solche kleine Lebewesen in die Höhe und führt sie oft meilenweit nach anderen Orten hin. Aber auch größere Organismen, und namentlich Keime von solchen, können oft weite passive Luftreisen machen. Bei vielen Pflanzen sind die Samentörner mit leichten Federkronen versehen, die wie Fallschirme wirken und ihr Schweben in der Luft erleichtern, ihr Niederfallen erschweren. Spinnen machen auf ihrem leichten Fadengespinnte, dem sogenannten „fliegenden Weiber-Sommer“, meilenweite Luftreisen. Junge Frösche werden durch Wirbelwinde oft zu Tausenden in die Luft erhoben und fallen als sogenannter „Froschregen“ an einem entfernten Orte nieder. Vögel und Insecten können durch Stürme über den halben Erdkreis weggeführt werden. Sie fallen in den vereinigten Staaten nieder, nachdem sie sich in England erhoben hatten. In Kalifornien aufgefliegen, kommen sie in China erst wieder zur Ruhe. Mit den Vögeln und Insecten können aber wieder viele andere Organismen die Reise von einem Kontinent zum andern machen. Selbstverständlich wandern mit allen Organismen die auf ihnen wohnenden Parasiten, deren Zahl Legion ist, die Flöhe, Läuse, Milben, Pilze u. s. w. In der Erde, die oft zwischen den Zehen der Vögel beim Auffliegen hängen bleibt, sitzen wiederum kleine Thiere und Pflanzen oder Keime von solchen. Und so kann die freiwillige oder unfreiwillige Wanderung eines einzigen größeren Organismus eine ganze kleine Flora oder Fauna aus einem Welttheil in den andern hinüber führen.

Außer den angegebenen Transportmitteln giebt es nun auch noch viele andere, die die Verbreitung der Thier- und Pflanzen-Arten über weite Strecken der Erdoberfläche, und insbesondere die allgemeine Verbreitung der sogenannten kosmopolitischen Species erklären. Doch würden wir uns hieraus allein bei weitem nicht alle chorologischen Thatsachen erklären können. Wie kommt es z. B., daß viele Süßwasserbewohner in zahlreichen weit von einander getrennten und ganz ge-

sonderten Flußgebieten oder Seen leben? Wie kommt es, daß viele Gebirgsbewohner, die in der Ebene gar nicht existiren können, auf gänzlich getrennten und weit entfernten Gebirgsketten gefunden worden? Daß jene Süßwasserbewohner die zwischen ihren Wassergebieten liegenden Landstrecken, daß diese Gebirgsbewohner die zwischen ihren Gebirgsheimathen liegenden Ebenen in irgend einer Weise activ oder passiv durchwandert hätten, ist schwer anzunehmen und in vielen Fällen gar nicht denkbar. Hier kommt uns nun als mächtiger Bundesgenosse die Geologie zu Hülfe. Sie löst uns jene schwierigen Räthsel vollständig.

Die Entwicklungsgeschichte der Erde zeigt uns, daß die Vertheilung von Land und Wasser an ihrer Oberfläche sich in ewigem und ununterbrochenem Wechsel befindet. Ueberall finden in Folge von geologischen Veränderungen des Erdinnern, bald hier bald dort stärker vortretend oder nachlassend, Hebungen und Senkungen des Bodens statt. Wenn dieselben auch so langsam geschehen, daß sie im Laufe des Jahrhunderts die Meeresküste nur um wenige Zolle, oder selbst nur um ein paar Linien heben oder senken, so bewirken sie doch im Laufe langer Zeiträume erstaunliche Resultate. Und an langen, an unermeßlich langen Zeiträumen hat es in der Erdgeschichte niemals gefehlt. Im Laufe der vielen Millionen Jahre, seit schon organisches Leben auf der Erde existirt, haben Land und Meer sich beständig um die Herrschaft gestritten. Continente und Inseln sind unter Meer versunken, und neue sind aus seinem Schooße emporgestiegen. Seen und Meere sind langsam gehoben worden und ausgetrocknet, und neue Wasserbeden sind durch Senkung des Bodens entstanden. Halbinseln wurden zu Inseln, indem die schmale Landzunge, die sie mit dem Festlande verband, unter Wasser sank. Die Inseln eines Archipelagus wurden zu Spitzen einer zusammenhängenden Gebirgskette, wenn der ganze Boden ihres Meeres bedeutend gehoben wurde.

So war einst das Mittelmeer ein Binnensee, als noch an Stelle der Gibraltarstraße Afrika durch eine Landenge mit Spanien zusammenhing. England hat mit dem europäischen Festlande selbst wäh-

rend der neueren Erdgeschichte, als schon Menschen existirten, wiederholt zusammen gehangen und ist wiederholt davon getrennt worden. Ja sogar Europa und Nordamerika haben unmittelbar in Zusammenhang gestanden. Die Südsee bildete einst einen großen pacifischen Continent, und die zahllosen kleinen Inseln, die heute in derselben zerstreut liegen, waren bloß die höchsten Kuppen der Gebirge, die jenen Continent bedeckten. Der indische Ocean existirte in Form eines Continents, der von den Sunda-Inseln längs des südlichen Asiens sich bis zur Ostküste von Africa erstreckte. Dieser einstige große Continent, den der Engländer Sclater wegen der für ihn charakteristischen Halbfaffen Lemuria genannt hat, ist zugleich von großer Bedeutung als die wahrscheinliche Wiege des Menschengeschlechts, das hier sich vermuthlich zuerst aus anthropoiden Affen hervorbildete. Ganz besonders interessant ist aber der wichtige Nachweis, welchen Alfred Wallace³⁶⁾ mit Hilfe chorologischer Thatfachen geführt hat, daß der heutige malayische Archipel eigentlich aus zwei ganz verschiedenen Abtheilungen besteht. Die westliche Abtheilung, der indo-malayische Archipel, umfaßt die großen Inseln Borneo, Java und Sumatra, und hing früher durch Malakka mit dem asiatischen Festland und wahrscheinlich auch mit dem eben genannten Lemurien zusammen. Die östliche Abtheilung dagegen, der austral-malayische Archipel, Celebes, die Molukken, Neuguinea, die Salomon-Inseln u. s. w. umfassend, stand früherhin mit Australien in unmittelbarem Zusammenhang. Beide Abtheilungen waren vormalß zwei durch eine Meerenge getrennte Continente, sind aber jetzt größtentheils unter den Meeresspiegel versunken. Die Lage jener früheren Meerenge, deren Südende zwischen Bali und Lombok hindurch geht, hat Wallace bloß auf Grund seiner genauen chorologischen Beobachtungen in der scharfsinnigsten Weise fest zu bestimmen vermocht.

So haben, seitdem tropfbar flüssiges Wasser auf der Erde existirt, die Grenzen von Wasser und Land sich in ewigem Wechsel verändert, und man kann behaupten, daß die Umrisse der Continente und Inseln nicht eine Stunde, ja nicht eine Minute hindurch sich jemals gleich

geblieben sind. Denn ewig und ununterbrochen nagt die Brandung an dem Saume der Küsten; und was das Land an diesen Stellen beständig an Ausdehnung verliert, das gewinnt es an anderen Stellen durch Anhäufung von Schlamm, der sich zu festem Gestein verdichtet, und wieder über den Meeresspiegel als neues Land sich erhebt. Nichts kann irriger sein, als die Vorstellung von einem festen und unveränderlichen Umriße unserer Continente, wie sie uns in früher Jugend schon durch unseren mangelhaften, der geologischen Basis entbehrenden geographischen Unterricht eingeprägt wird.

Nun brauche ich Sie wohl kaum noch darauf aufmerksam zu machen, wie äußerst wichtig von jeher diese geologischen Veränderungen der Erdoberfläche für die Wanderungen der Organismen und in Folge dessen für ihre Chorologie gewesen sein müssen. Wir lernen dadurch begreifen, wie dieselben oder ganz nahe verwandte Thier- und Pflanzen-Arten auf verschiedenen Inseln vorkommen können, obwohl sie nicht das Wasser zwischen denselben durchwandern können, und wie andere, das Süßwasser bewohnende Arten in verschiedenen geschlossenen Seebecken wohnen können, obgleich sie nicht das Land zwischen denselben zu überschreiten vermögen. Jene Inseln waren früher Bergspitzen eines zusammenhängenden Festlandes, und diese Seen standen einstmal in unmittelbarem Zusammenhang. Durch geologische Senkung wurden die ersteren, durch Hebung die letzteren getrennt. Wenn wir nun ferner bedenken, wie oft und wie ungleichmäßig an den verschiedenen Stellen der Erde solche wechselnde Hebungen und Senkungen stattfanden und in Folge dessen die Grenzen der geographischen Verbreitungsbezirke der Arten sich veränderten, wenn wir bedenken, wie außerordentlich mannichfaltig dadurch die activen und passiven Wanderungen der Organismen beeinflusst werden mußten, so lernen wir vollständig die bunte Mannichfaltigkeit des Bildes begreifen, welches uns gegenwärtig die Vertheilung der Thier- und Pflanzen-Arten darbietet.

Noch ein anderer wichtiger Factor ist aber hier hervorzuheben, der ebenfalls für die volle Erklärung jenes bunten geographischen Bil-

des von großer Bedeutung ist, und manche sehr dunkle Thatsachen aufhellt, die wir ohne ihn nicht begreifen würden. Das ist nämlich der allmähliche Klima-Wechsel, welcher während des langen Verlaufs der organischen Erdgeschichte stattgefunden hat. Wie wir schon im vorhergehenden Vortrage gesehen haben, muß beim Beginne des organischen Lebens auf der Erde allgemein eine viel höhere und gleichmäßigere Temperatur geherrscht haben, als gegenwärtig stattfindet. Die Zonen-Unterschiede, die jetzt sehr auffallend hervortreten, fehlten damals noch gänzlich. Wahrscheinlich viele Millionen Jahre hindurch herrschte auf der ganzen Erde ein Klima, welches dem heißesten Tropenklima der Jetztzeit nahe stand oder dasselbe noch übertraf. Der höchste Norden, bis zu welchem der Mensch jetzt vorgedrungen ist, war damals mit Palmen und anderen Tropengewächsen bedeckt, deren versteinerte Reste wir noch jetzt dort finden. Sehr langsam und allmählig nahm späterhin dieses Klima ab; aber immer noch blieben die Pole so warm, daß die ganze Erdoberfläche für Organismen bewohnbar war. Erst in einer verhältnißmäßig sehr jungen Periode der Erdgeschichte, nämlich im Beginne der Tertiärzeit, erfolgte, wie es scheint, die erste wahrnehmbare Abkühlung der Erdrinde von den beiden Polen her, und somit die erste Differenzirung oder Sonderung verschiedener Temperatur-Gürtel oder klimatischer Zonen. Die langsame und allmähliche Abnahme der Temperatur bildete sich nun innerhalb der Tertärperiode immer weiter aus, bis zuletzt an beiden Polen der Erde das erste Eis entstand.

Wie wichtig dieser Klima-Wechsel für die geographische Verbreitung der Organismen und für die Entstehung zahlreicher neuer Arten werden mußte, braucht kaum ausgeführt zu werden. Die Thier- und Pflanzen-Arten, die bis zur Tertiärzeit hin überall auf der Erde bis zu den Polen ein angenehmes tropisches Klima gefunden hatten, waren nunmehr gezwungen, entweder sich der eindringenden Kälte anzupassen oder vor derselben zu fliehen. Diejenigen Species, welche sich anpaßten und an die sinkende Temperatur gewöhnten, wurden durch diese Acclimatization selbst unter dem Einflusse der natürlichen

Züchtung in neue Arten umgewandelt. Die anderen Arten, welche vor der Kälte flohen, mußten auswandern und in niederen Breiten ein milderes Klima suchen. Dadurch mußten die bisherigen Verbreitungs-Bezirke der Arten gewaltig verändert werden.

Nun blieb aber in dem letzten großen Abschnitte der Erdgeschichte, in der auf die Tertiärzeit folgenden Quartär-Periode (oder in der Diluvial-Zeit) die Wärme-Abnahme der Erde von den Polen her keineswegs stehen. Vielmehr sank die Temperatur nun tiefer und tiefer, ja selbst weit unter den heutigen Grad herab. Daß nördliche und mittlere Asien, Europa und Nord-Amerika bedeckt sich vom Nordpol her in großer Ausdehnung mit einer zusammenhängenden Eisdecke, welche in unserem Erdtheile bis gegen die Alpen gereicht zu haben scheint. In ähnlicher Weise drang auch vom Südpol her die Kälte vor, und überzog einen großen, jetzt eisfreien Theil der südlichen Halbkugel mit einer starren Eisdecke. So blieb zwischen diesen gewaltigen, lebentödtenden Eiscontinenten nur noch ein schmaler Gürtel übrig, auf welchen das Leben der organischen Welt sich zurückziehen konnte. Diese Periode, während welcher der Mensch oder wenigstens der Affenmensch bereits existirte, und welche den ersten Hauptabschnitt der sogenannten Diluvialzeit bildet, ist jetzt allgemein unter dem Namen der Eiszeit oder Glacialperiode bekannt und berühmt.

Der erste Naturforscher, der den Gedanken der Eiszeit klar erfaßte und mit Hülfe der sogenannten Wanderblöcke oder erratischen Steinblöcke, sowie der „Gletscher-Schiffe“ die große Ausdehnung der früheren Vergletscherung von Mittel-Europa nachwies, war der geistvolle Karl Schimper. Von ihm angeregt, und durch die selbstständigen Untersuchungen des ausgezeichneten Geologen Charpentier bedeutend gefördert, unternahm es später der Schweizer Naturforscher Louis Agassiz, die Theorie von der Eiszeit weiter auszuführen. In England machte sich besonders der Geologe Forbes um sie verdient, und verwerthete sie auch bereits für die Theorie von den Wanderungen und der dadurch bedingten geographischen Verbreitung der Arten. Agassiz hingegen schadete späterhin der Theorie durch einsei-

tige Uebertreibung, indem er, der Katastrophen-Theorie Cuvier's zu Liebe, durch die plötzlich hereinbrechende Kälte der Eiszeit und die damit verbundene „Revolution“ den gänzlichen Untergang der damals lebenden Schöpfung erklären wollte.

Auf die Eiszeit selbst und die scharfsinnigen Untersuchungen über ihre Grenzen näher einzugehen, habe ich hier keine Veranlassung, und kann um so mehr darauf verzichten, als die ganze neuere geologische Literatur davon voll ist. Sie finden eine ausführliche Erörterung derselben vorzüglich in den Werken von Gotta³¹⁾, Lyell³⁰⁾, Vogt²⁷⁾, Zittel³²⁾ u. s. w. Für uns ist hier nur das hohe Gewicht von Bedeutung, welches sie für die Erklärung der schwierigsten chorologischen Probleme besitzt, und welches von Darwin sehr richtig erkannt wurde.

Es kann nämlich keinem Zweifel unterliegen, daß diese Vergletscherung der heutzutage gemäßigten Zonen einen außerordentlich bedeutenden Einfluß auf die geographische und topographische Vertheilung der Organismen ausüben und dieselbe gänzlich umgestalten mußte. Während die Kälte langsam von den Polen her gegen den Aequator vorrückte und Land und Meer mit einer zusammenhängenden Eisdecke überzog, mußte sie natürlich die ganze lebende Organismen-Welt vor sich her treiben. Thiere und Pflanzen mußten auswandern, wenn sie nicht erfrieren wollten. Da nun aber zu jener Zeit vermuthlich die gemäßigte und die Tropenzone bereits nicht weniger dicht als gegenwärtig mit Pflanzen und Thieren bevölkert gewesen sein wird, so muß sich zwischen diesen und den von den Polen her kommenden Eindringlingen ein furchtbarer Kampf um's Dasein erhoben haben. In diesem Kampfe, der jedenfalls viele Jahrtausende dauerte, werden viele Arten zu Grunde gegangen, viele Arten abgeändert und zu neuen Species umgebildet worden sein. Die bisherigen Verbreitungsbezirke der Arten aber mußten völlig verändert werden. Und dieser Kampf muß auch dann noch fortgedauert haben, ja er muß von Neuem entbrannt, und in neuen Formen weiter geführt worden sein, als die Eiszeit ihren Höhepunkt erreicht und überschritten hatte, und als nunmehr in der postglacialen Periode die Tempe-

ratur wieder zunahm und die Organismen nach den Polen hin zurückzuwandern begannen.

Jedenfalls ist dieser gewaltige Klimawechsel, mag man sonst demselben eine größere oder eine geringere Bedeutung zuschreiben, eines derjenigen Ereignisse in der Erdgeschichte, die am bedeutendsten auf die Vertheilung der organischen Formen eingewirkt haben. Namentlich wird aber ein sehr wichtiges und schwieriges chorologisches Verhältniß dadurch in der einfachsten Weise erklärt: das ist die spezifische Uebereinstimmung vieler unserer Alpenbewohner mit vielen Bewohnern der Polarländer. Es giebt eine große Anzahl von ausgezeichneten Thier- und Pflanzen-Formen, die diesen beiden, weit getrennten Erdgegenden gemeinsam sind und nirgends in dem weiten, ebenen Zwischenraume zwischen Beiden gefunden werden. Eine Wanderung derselben von den Polarländern nach den Alpenhöhen oder umgekehrt wäre unter den gegenwärtigen klimatischen Verhältnissen undenkbar oder doch höchstens nur in wenigen seltenen Fällen anzunehmen. Eine solche Wanderung konnte aber stattfinden, ja sie mußte stattfinden während des allmählichen Eintrittes und Rückzuges der Eiszeit. Da die Vergletscherung von Nord-Europa bis gegen unsere Alpenkette vordrang, so werden die davor zurückweichenden Polarbewohner, Gontianen und Safragen, Eisfüchse und Schneehafen, damals unser deutsches Vaterland und überhaupt Mitteleuropa bevölkert haben. Als nun die Temperatur wieder zunahm, zog sich nur ein Theil dieser arktischen Bevölkerung mit dem zurückweichenden Eise in die Polarzone wieder zurück. Ein anderer Theil derselben stieg statt dessen an den Bergen der Alpenkette in die Höhe und fand hier das ihm zusagende kalte Klima. So erklärt sich ganz einfach jenes Problem.

Wir haben die Lehre von den Wanderungen der Organismen oder die Migrationstheorie bisher vorzüglich insofern verfolgt, als sie uns die Ausstrahlung jeder Thier- und Pflanzenart von einer einzigen Urheimath, von einem „Schöpfungsmittelpunkte“ aus erklärt, und ihre Ausbreitung über einen größeren oder geringeren Theil der Erdoberfläche erläutert. Nun sind aber die Wanderungen der Thiere

und Pflanzen für die Entwicklungstheorie auch noch außerdem deshalb von großer Bedeutung, weil wir darin ein sehr wichtiges Hülfsmittel für die Entstehung neuer Arten erblicken müssen. Wenn Thiere und Pflanzen auswandern, so treffen sie, ebenso wie auswandernde Menschen, in der neuen Heimath Verhältnisse an, die mehr oder weniger von den gewohnten, Generationen hindurch ererbten Existenzbedingungen verschieden sind. Diesen neuen, ungewohnten Lebensbedingungen müssen sich die Auswanderer entweder fügen und anpassen, oder sie gehen zu Grunde. Durch die Anpassung selbst wird aber ihr eigenthümlicher, specifischer Charakter verändert, um so mehr, je größer der Unterschied zwischen der neuen und der alten Heimath ist. Das neue Klima, die neue Nahrung, vor allen aber die neue Nachbarschaft der Thiere und Pflanzen wirkt auf den ererbten Charakter der eingewanderten Species umbildend ein, und wenn dieselbe nicht zäh genug ist, diesen Einflüssen zu widerstehen, so muß früher oder später eine neue Art daraus hervorgehen. In den meisten Fällen wird diese Umformung der eingewanderten Species unter dem Einflusse des veränderten Kampfes um's Dasein so rasch vor sich gehen, daß schon nach wenigen Generationen eine neue Art daraus entstanden ist.

Von besonderer Bedeutung ist in dieser Beziehung die Wanderung für alle Organismen mit getrennten Geschlechtern. Denn bei diesen wird die Entstehung neuer Arten durch natürliche Züchtung immer dadurch erschwert oder verzögert, daß sich die variirenden Abkömmlinge gelegentlich wieder mit der unveränderten Stammform geschlechtlich vermischen, und so durch Kreuzung in die ursprüngliche Form zurückschlagen. Wenn dagegen solche Abarten ausgewandert sind, wenn sie durch weite Entfernungen oder durch Schranken der Wanderung, durch Meere, Gebirge u. s. w. von der alten Heimath getrennt sind, so ist die Gefahr einer Vermischung mit der Stammform aufgehoben, und die Isolirung der ausgewanderten Form, die durch Anpassung in eine neue Art übergeht, verhindert ihre Kreuzung und dadurch ihren Rückschlag in die Stammform.

Diese Bedeutung der Wanderung für die Isolirung der neu entstehenden Arten und die Verhütung baldiger Rückkehr in die Stammformen ist vorzüglich von dem geistreichen Reisenden Moriz Wagner in München hervorgehoben worden. In einem besonderen Schriftchen über „Die Darwin'sche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen“⁴⁰⁾ führt Wagner aus seiner eigenen reichen Erfahrung eine große Anzahl von treffenden Beispielen an, welche die von Darwin im elften und zwölften Capitel seines Buches gegebene Migrationstheorie bestätigen, und welche ganz besonders den Nutzen der völligen Isolirung der ausgewanderten Organismen für die Entstehung neuer Species erörtern. Wagner faßt die einfachen Ursachen, welche „die Form räumlich abgegrenzt und in ihrer typischen Verschiedenheit begründet haben“ in folgenden drei Sätzen zusammen: „1. Je größer die Summe der Veränderungen in den bisherigen Lebensbedingungen ist, welche emigrirende Individuen bei Einwanderung in einem neuen Gebiete finden, desto intensiver muß die jedem Organismus inne wohnende Variabilität sich äußern. 2. Je weniger diese gesteigerte individuelle Veränderlichkeit der Organismen im ruhigen Fortbildungsproceß durch die Vermischung zahlreicher nachrückender Einwanderer der gleichen Art gestört wird, desto häufiger wird der Natur durch Summirung und Vererbung der neuen Merkmale die Bildung einer neuen Varietät (Abart oder Rasse) d. i. einer beginnenden Art gelingen. 3. Je vortheilhafter für die Abart die in den einzelnen Organen erlittenen Veränderungen sind, je besser letztere den umgebenden Verhältnissen sich anpassen, und je länger die ungestörte Züchtung einer beginnenden Varietät von Colonisten in einem neuen Territorium ohne Mischung mit nachrückenden Einwanderern derselben Art fortbauert, desto häufiger wird aus der Abart eine neue Art entstehen.“

Diesen drei Sätzen von Moriz Wagner kann Jeder beistimmen. Für vollkommen irrig müssen wir dagegen seine Vorstellung halten, daß die Wanderung und die darauf folgende Isolirung der ausgewanderten Individuen eine nothwendige Bedingung für die

Entstehung neuer Arten sei. Wagner sagt: „Ohne eine lange Zeit dauernde Trennung der Colonisten von ihren früheren Artgenossen kann die Bildung einer neuen Rasse nicht gelingen, kann die Zuchtwahl überhaupt nicht stattfinden. Unbeschränkte Kreuzung, ungehinderte geschlechtliche Vermischung aller Individuen einer Species wird stets Gleichförmigkeit erzeugen und Varietäten, deren Merkmale nicht durch eine Reihe von Generationen fixirt worden sind, wieder in den Urschlag zurückstoßen.“

Diesen Satz, in welchem Wagner selbst das Hauptresultat seiner Arbeit zusammenfaßt, würde er nur in dem Falle überhaupt vertheidigen können, wenn alle Organismen getrennten Geschlechts wären, wenn jede Entstehung neuer Individuen nur durch Vermischung männlicher und weiblicher Individuen möglich wäre. Das ist nun aber durchaus nicht der Fall. Merkwürdiger Weise sagt Wagner gar Nichts von den zahlreichen Zwittern, die im Besiz von beiderlei Geschlechtsorganen, der Selbstbefruchtung fähig sind, und ebenso Nichts von den zahllosen Organismen, die überhaupt noch nicht geschlechtlich differenzirt sind.

Nun hat es aber seit frühester Zeit der organischen Erdgeschichte tausende von Organismenarten gegeben, und giebt deren tausende noch heute, bei denen noch gar kein Geschlechtsunterschied, überhaupt noch gar keine geschlechtliche Fortpflanzung vorkommt, und die sich ausschließlich auf ungeschlechtlichem Wege, durch Theilung, Knospung, Sporenbildung u. s. w. fortpflanzen. Die ganze große Masse der Protisten, die Moneren, Amoeboiden, Myxomyceten, Rhizopoden u. s. w., kurz alle die niederen Organismen, die wir in dem zwischen Thier- und Pflanzenreich stehenden Protistenreich aufführen werden, pflanzen sich ausschließlich auf ungeschlechtlichem Wege fort! Und zu diesen gehört eine der formenreichsten Organismenklassen, ja sogar in gewisser Beziehung die formenreichste von allen, indem alle möglichen geometrischen Grundformen in ihr verkörpert sind. Das ist die wunderbare Klasse der Rhizopoden oder Wurzel-

füßer, zu welcher die kalkschaligen Acytarien und die kieselschaligen Radiolarien gehören. (Vergl. den XVI. Vortrag.)

Auf alle diese ungeschlechtlichen Organismen würde also selbstverständlich die Wagner'sche Theorie gar nicht anwendbar sein. Dasselbe würde aber ferner auch von allen jenen Zwittern oder Hermaphroditen gelten, bei denen jedes Individuum, im Besitze von männlichen und weiblichen Organen, der Selbstbefruchtung fähig ist. Das ist z. B. bei den Strudelwürmern, Saugwürmern und Bandwürmern, wie überhaupt bei sehr vielen Würmern der Fall, ferner bei den wichtigen Mantelthieren, den wirbellosen Verwandten der Wirbelthiere, und bei sehr vielen anderen Organismen aus verschiedenen Gruppen. Viele von diesen Arten sind durch natürliche Züchtung entstanden, ohne daß eine „Kreuzung“ der entstehenden Species mit ihrer Stammform überhaupt möglich war.

Wie ich schon im achten Vortrage Ihnen zeigte, ist die Entstehung der beiden Geschlechter und somit die ganze geschlechtliche Fortpflanzung überhaupt als ein Vorgang aufzufassen, der erst in späterer Zeit der organischen Erdgeschichte in Folge von Differenzirung oder Arbeitstheilung eingetreten ist. Die ältesten Organismen der Erde können sich jedenfalls nur auf dem einfachsten ungeschlechtlichen Wege fortgepflanzt haben. Selbst jetzt noch vermehren sich alle Protisten, ebenso wie alle die zahllosen Zellenformen, welche den Körper der höheren Organismen zusammensetzen, nur durch ungeschlechtliche Zeugung. Und doch entstehen hier überall durch Differenzirung in Folge von natürlicher Züchtung „neue Arten.“

Aber selbst wenn wir bloß die Thier- und Pflanzenarten mit getrennten Geschlechtern hier in Betracht ziehen wollten, so würden wir doch auch für diese Wagner's Hauptsatz, daß „die Migration der Organismen und deren Coloniebildung die nothwendige Bedingung der natürlichen Zuchtwahl seien,“ bestreiten müssen. Schon August Weismann hat in seiner Schrift „Ueber den Einfluß der Isolirung auf die Artbildung“²⁴⁾ jenen Satz hinreichend widerlegt und gezeigt, daß auch in einem und

demselben Wohnbezirke eine Species sich in mehrere Arten durch natürliche Züchtung spalten kann. Indem ich mich diesen Bemerkungen anschließe, möchte ich aber noch besonders den hohen Werth nochmals hervorheben, den die Arbeitstheilung oder Differenzirung, als die nothwendige Folge der natürlichen Züchtung besitzt. Alle die verschiedenen Zellenarten, die den Körper der höheren Organismen zusammensetzen, die Nervenzellen, Muskelzellen, Drüsenzellen u. s. w., alle diese „guten Arten“, diese „bonae species“ von Elementarorganismen, sind bloß durch Arbeitstheilung in Folge von natürlicher Züchtung entstanden, trotzdem sie nicht nur niemals räumlich isolirt, sondern sogar seit ihrer Entstehung immer im engsten räumlichen Verbande neben einander existirt haben. Dasselbe aber, was von diesen Elementarorganismen oder „Individuen erster Ordnung“ gilt, das gilt auch von den vielzelligen Organismen höherer Ordnung, die als „gute Arten“ erst später aus ihrer Zusammensetzung entstanden sind³⁷).

Wir sind demnach zwar mit Darwin und Wallace der Ansicht, daß die Wanderung der Organismen und ihre Isolirung in der neuen Heimath eine sehr günstige und vortheilhafte Bedingung für die Entstehung neuer Arten ist. Daß sie aber dafür eine nothwendige Bedingung sei, und daß ohne dieselbe keine neuen Arten entstehen können, wie Wagner behauptet, können wir nicht zugeben. Wenn Wagner diese Ansicht, „daß die Migration die nothwendige Bedingung der natürlichen Zuchtwahl sei“, als ein besonderes „Migrationsgesetz“ aufstellt, so halten wir dasselbe durch die angeführten Thatsachen für widerlegt. Wir haben überdies schon früher gezeigt, daß eigentlich die Entstehung neuer Arten durch natürliche Züchtung eine mathematische und logische Nothwendigkeit ist, welche ohne Weiteres aus der einfachen Verbindung von drei großen Thatsachen folgt. Diese drei fundamentalen Thatsachen sind: der Kampf ums Dasein, die Anpassungsfähigkeit und die Vererbungs-fähigkeit der Organismen (vergl. S. 151).

Auf die zahlreichen interessanten Erscheinungen, welche die geo-

graphische und topographische Verbreitung der Organismenarten im Einzelnen darbietet, und welche sich alle wunderschön aus der Theorie der Selection und Migration erklären, können wir hier nicht eingehen. Ich verweise Sie in dieser Beziehung auf die angeführten Schriften von Darwin¹⁾, Wallace²⁾ und Moriz Wagner³⁾, in denen die wichtige Lehre von den Verbreitungsschranken, den Flüssen, Meeren und Gebirgen, vortrefflich erörtert und durch zahlreiche Beispiele erläutert ist. Nur drei Erscheinungen mögen noch wegen ihrer besonderen Bedeutung hier namentlich hervorgehoben werden. Das ist erstens die nahe Formverwandtschaft, die auffallende „Familienähnlichkeit“, welche zwischen den charakteristischen Localformen jedes Erdtheils und ihren ausgestorbenen, fossilen Vorfahren in demselben Erdtheil existirt; — zweitens die nicht minder auffallende „Familienähnlichkeit“ zwischen den Bewohnern von Inselgruppen und denjenigen des nächst angrenzenden Festlandes, von welchem aus die Inseln bevölkert wurden; — und endlich drittens der ganz eigenthümliche Charakter, welchen die Flora und Fauna der Inseln überhaupt in ihrer Zusammensetzung zeigt.

Alle diese von Darwin, Wallace und Wagner angeführten chorologischen Thatfachen, namentlich die merkwürdigen Erscheinungen der beschränkten Local-Faunen und Floren, die Verhältnisse der Inselbewohner zu den Festlandbevölkerungen, die weite Verbreitung der sogenannten „kosmopolitischen Species“, die nahe Verwandtschaft localer Species der Gegenwart mit den ausgestorbenen Arten desselben beschränkten Gebietes, die nachweisliche Ausstrahlung jeder Art von einem einzigen Schöpfungsmittelpunkte — alle diese und alle übrigen Erscheinungen, welche uns die geographische und topographische Verbreitung der Organismen darbietet, erklären sich einfach und vollständig aus der Selections- und Migrationstheorie, während sie ohne dieselbe überhaupt nicht zu begreifen sind. Wir erblicken daher in allen diesen Erscheinungsreihen einen neuen gewichtigen Beweis für die Wahrheit der Descendenztheorie.

Fünfzehnter Vortrag.

Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden.

Reform der Systematik durch die Descendenztheorie. Das natürliche System als Stammbaum. Paläontologische Urkunden des Stammbaumes. Die Versteinerungen als Denkmäler der Schöpfung. Ablagerung der neptunischen Schichten und Einfluß der organischen Reste. Eintheilung der organischen Erdgeschichte in fünf Hauptperioden: Zeitalter der Tangwälder, Farnwälder, Nadelwälder, Laubwälder und Culturwälder. System der neptunischen Schichten. Unermeßliche Dauer der während ihrer Bildung verfloffenen Zeiträume. Ablagerung der Schichten nur während der Senkung, nicht während der Hebung des Bodens. Andere Rükken der Schöpfungsurkunde. Metamorphischer Zustand der ältesten neptunischen Schichten. Geringe Ausdehnung der paläontologischen Erfahrungen. Geringer Bruchtheil der versteinereungsfähigen Organismen und organischen Körpertheile. Seltenheit vieler versteinerten Arten. Mangel fossiler Zwischenformen. Die Schöpfungsurkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Meine Herren! Von den umgestaltenden Einfluß, welchen die Abstammungslehre auf alle Wissenschaften ausüben muß, wird wahrscheinlich nächst der Anthropologie kein anderer Wissenschaftszweig so sehr betroffen werden, als der beschreibende Theil der Naturgeschichte, die systematische Zoologie und Botanik. Die meisten Naturforscher, die sich bisher mit der Systematik der Thiere und Pflanzen beschäftigten, sammelten, benannten und ordneten die verschiedenen Arten dieser Naturkörper mit einem ähnlichen Interesse, wie die Alterthumsforscher und Ethnographen die Waffen und Geräthschaften der verschiedenen Völker sammeln. Viele erhoben sich selbst nicht über denjenigen Grad

der Wißbegierde, mit dem man Wappen, Briefmarken und ähnliche Curiositäten zu sammeln, zu etikettiren und zu ordnen pflegt. In ähnlicher Weise wie diese Sammler an der Formenmannichfaltigkeit, Schönheit oder Seltsamkeit der Wappen, Briefmarken u. s. w. ihre Freude finden, und dabei die erfinderische Bildungskunst der Menschen bewundern, in ähnlicher Weise ergößen sich die meisten Naturforscher an den mannichfaltigen Formen der Thiere und Pflanzen, und erstaunen über die reiche Phantasie des Schöpfers, über seine unermüdliche Schöpfungsthätigkeit und über die seltsame Laune, in welcher er neben so vielen schönen und nützlichen Organismen auch eine Anzahl häßlicher und unnützer Formen gebildet habe.

Diese kindliche Behandlung der systematischen Zoologie und Botanik wird durch die Abstammungslehre gründlich vernichtet. An die Stelle des oberflächlichen und spielenden Interesses, mit welchem die Meisten bisher die organischen Gestalten betrachteten, tritt das weit höhere Interesse des erkennenden Verstandes, welcher in der Formverwandtschaft der Organismen ihre wahre Blutöverwandtschaft erblickt. Das natürliche System der Thiere und Pflanzen, welches man früher entweder nur als Namenregister zur übersichtlichen Ordnung der verschiedenen Formen oder als Sachregister zum kurzen Ausdruck ihres Aehnlichkeitsgrades schätzte, erhält durch die Abstammungslehre den ungleich höheren Werth eines wahren Stammbaumes der Organismen. Diese Stammtafel soll uns den genealogischen Zusammenhang der kleineren und größeren Gruppen enthüllen. Sie soll zu zeigen versuchen, in welcher Weise die verschiedenen Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten des Thier- und Pflanzenreichs, den verschiedenen Zweigen, Aesten und Astgruppen ihres Stammbaums entsprechen. Jede weitere und höher stehende Kategorie oder Gruppenstufe des Systems (z. B. Klasse, Ordnung) umfaßt eine Anzahl von größeren und stärkeren Zweigen des Stammbaums, jede engere und tiefer stehende Kategorie (z. B. Gattung, Art) nur eine kleinere und schwächere Gruppe von Aestchen. Nur wenn wir in dieser Weise das natür-

liche System als Stammbaum betrachten, können wir den wahren Werth desselben erkennen. (Gen. Morph. II, S. XVII, 397.)

Indem wir an dieser genealogischen Auffassung des organischen Systems, welcher ohne Zweifel allein die Zukunft gehört, festhalten, können wir uns jetzt zu einer der wesentlichsten, aber auch schwierigsten Aufgaben der „natürlichen Schöpfungsgeschichte“ wenden, nämlich zur wirklichen Construction der organischen Stammbäume. Lassen Sie uns sehen, wie weit wir vielleicht schon jetzt im Stande sind, alle verschiedenen organischen Formen als die divergenten Nachkommen einer einzigen oder einiger wenigen gemeinschaftlichen Stammformen nachzuweisen. Wie können wir uns aber den wirklichen Stammbaum der thierischen und pflanzlichen Formengruppen aus den dürftigen und fragmentarischen bis jetzt darüber gewonnenen Erfahrungen construiren? Die Antwort hierauf liegt schon zum Theil in demjenigen, was wir früher über den Parallelismus der drei Entwicklungsreihen bemerkt haben, über den wichtigen ursächlichen Zusammenhang, welcher die paläontologische Entwicklung der ganzen organischen Stämme mit der embryologischen Entwicklung der Individuen und mit der systematischen Entwicklung der Gruppenstufen verbindet.

Zunächst werden wir uns zur Lösung dieser schwierigen Aufgabe an die Paläontologie oder Versteinerungskunde zu wenden haben. Denn wenn wirklich die Descendenztheorie wahr ist, wenn wirklich die versteinerten Reste der vormalig lebenden Thiere und Pflanzen von den ausgestorbenen Urahnen und Vorfahren der jetzigen Organismen herrühren, so müßte uns eigentlich ohne Weiteres die Kenntniß und Vergleichung der Versteinerungen den Stammbaum der Organismen aufdecken. So einfach und einleuchtend nach dem theoretisch entwickelten Princip Ihnen dies erscheinen wird, so außerordentlich schwierig und verwickelt gestaltet sich die Aufgabe, wenn man sie wirklich in Angriff nimmt. Ihre praktische Lösung würde schon sehr schwierig sein, wenn die Versteinerungen einigermaßen vollständig erhalten wären. Das ist aber keineswegs der

Fall. Vielmehr ist die handgreifliche Schöpfungsurkunde, welche in den Versteinerungen begraben liegt, über alle Maassen unvollständig. Daher erscheint es jetzt vor Allem nothwendig, diese Urkunde kritisch zu prüfen, und den Werth, welchen die Versteinerungen für die Entwicklungsgeschichte der organischen Stämme besitzen, zu bestimmen. Da ich Ihnen die allgemeine Bedeutung der Versteinerungen als „Denkmünzen der Schöpfung“ bereits früher erörtert habe, als wir Cuvier's Verdienste um die Petrefactenkunde betrachteten, so können wir jetzt sogleich zur Untersuchung der Bedingungen und Verhältnisse übergehen, unter denen die organischen Körperreste versteinert und in mehr oder weniger kenntlicher Form erhalten wurden.

In der Regel finden wir Versteinerungen oder Petrefacten nur in denjenigen Gesteinen eingeschlossen, welche schichtenweise als Schlamm im Wasser abgelagert wurden, und welche man deshalb neptunische, geschichtete oder sedimentäre Gesteine nennt. Die Ablagerung solcher Schichten konnte natürlich erst beginnen, nachdem im Verlaufe der Erdgeschichte die Verdichtung des Wasserdampfes zu tropfbarflüssigem Wasser erfolgt war. Seit diesem Zeitpunkt, welchen wir im letzten Vortrage bereits betrachtet hatten, begann nicht allein das Leben auf der Erde, sondern auch eine ununterbrochene und höchst wichtige Umgestaltung der erstarrten anorganischen Erdrinde. Das Wasser begann seitdem jene außerordentlich wichtige mechanische Wirksamkeit, durch welche die Erdoberfläche fortwährend, wenn auch langsam, umgestaltet wird. Ich darf wohl als bekannt voraussetzen, welchen außerordentlich bedeutenden Einfluß in dieser Beziehung noch jetzt das Wasser in jedem Augenblick ausübt. Indem es als Regen niederfällt, die obersten Schichten der Erdrinde durchsickert und von den Erhöhungen in die Vertiefungen herabfließt, löst es verschiedene mineralische Bestandtheile des Bodens chemisch auf und spült mechanisch die locker zusammenhängenden Theilchen ab. An den Bergen herabfließend führt das Wasser den Schutt derselben in die Ebene oder lagert ihn als Schlamm im stehenden

Wasser ab. So arbeitet es beständig an einer Erniedrigung der Berge und Ausfüllung der Thäler. Ebenso arbeitet die Brandung des Meeres ununterbrochen an der Zerstörung der Küsten und an der Auffüllung des Meeresbodens durch die herabgeschlammten Trümmer. So würde schon die Thätigkeit des Wassers allein, wenn sie nicht durch andere Umstände wieder aufgewogen würde, mit der Zeit die ganze Erde nivelliren. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Gebirgsmassen, welche alljährlich als Schlamm dem Meere zugeführt werden und sich auf dessen Boden absetzen, so bedeutend sind, daß im Verlauf einer längeren oder kürzeren Periode, vielleicht von wenigen Millionen Jahren, die Erdoberfläche vollkommen geebnet und von einer zusammenhängenden Wasserschale umschlossen werden würde. Daß dies nicht geschieht, verdanken wir der fortdauernden vulkanischen Gegenwirkung des feurigflüssigen Erdinnern. Diese Reaction des geschmolzenen Kerns gegen die feste Rinde bedingt ununterbrochen wechselnde Hebungen und Senkungen an den verschiedensten Stellen der Erdoberfläche. Meistens geschehen diese Hebungen und Senkungen sehr langsam; allein indem sie Jahrtausende hindurch fortbauern, bringen sie durch Summirung der kleinen Einzelwirkungen nicht minder großartige Resultate hervor, wie die entgegenwirkende und nivellirende Thätigkeit des Wassers.

Indem die Hebungen und Senkungen der verschiedenen Erdtheile im Laufe von Jahrmillionen vielfach mit einander wechseln, kommt bald dieser bald jener Theil der Erdoberfläche über oder unter den Spiegel des Meeres. Beispiele dafür habe ich schon in dem vorhergehenden Vortrage angeführt (S. 321). Es giebt wahrscheinlich keinen Oberflächentheil der Erdrinde, der nicht in Folge dessen schon wiederholt über und unter dem Meerespiegel gewesen wäre. Durch diesen vielfachen Wechsel erklärt sich die Mannichfaltigkeit und die verschiedenartige Zusammensetzung der zahlreichen neptunischen Gesteinsschichten, welche sich an den meisten Stellen in beträchtlicher Dicke über einander abgelagert haben. In den verschiedenen Geschichtsperioden, während deren die Ablagerung statt fand, lebte eine mannichfach verschiedene

Bevölkerung von Thieren und Pflanzen. Wenn die Leichen derselben auf den Boden der Gewässer herabsanken, drückten sie ihre Körperform in dem weichen Schlamm ab, und unverwesliche Theile, harte Knochen, Zähne, Schalen u. s. w. wurden unzerstört in demselben eingeschlossen. Sie blieben in dem Schlamm, der sich zu neptunischem Gestein verdichtete, erhalten, und dienten nun als Versteinerungen zur Charakteristik der betreffenden Schichten. Durch sorgfältige Vergleichung der verschiedenen über einander gelagerten Schichten und der in ihnen enthaltenen Versteinerungen ist es so möglich geworden, sowohl das relative Alter der Schichten und Schichtengruppen zu bestimmen, als auch die Hauptmomente der Phylogenie oder der Entwicklungsgeschichte der Thier- und Pflanzenstämme empirisch festzustellen.

Die verschiedenen über einander abgelagerten Schichten der neptunischen Gesteine, welche in sehr mannichfaltiger Weise aus Kalk, Thon und Sand zusammengesetzt sind, haben die Geologen gruppenweise in ein ideales System zusammengestellt, welches dem ganzen Zusammenhang der organischen Erdgeschichte entspricht, d. h. desjenigen Theiles der Erdgeschichte, während dessen organisches Leben existirte. Wie die sogenannte „Weltgeschichte“ in größere und kleinere Perioden zerfällt, welche durch den zeitweiligen Entwicklungszustand der bedeutendsten Völker charakterisirt und durch hervorragende Ereignisse von einander abgegrenzt werden, so theilen wir auch die unendlich längere organische Erdgeschichte in eine Reihe von größeren oder kleineren Perioden ein. Jede dieser Perioden ist durch eine charakteristische Flora und Fauna, durch die besonders starke Entwicklung einer bestimmten Pflanzen- oder Thiergruppe ausgezeichnet, und jede ist von der vorhergehenden und folgenden Periode durch einen auffallenden theilweisen Wechsel in der Zusammensetzung der Thier- und Pflanzenbevölkerung getrennt.

Für die nachfolgende Uebersicht des historischen Entwicklungsganges, den die großen Thier- und Pflanzenstämme genommen haben, ist es nothwendig, zunächst hier die systematische Classification der neptunischen Schichtengruppen und der denselben entsprechenden

größeren und kleineren Geschichtsperioden anzugeben. Wie Sie so gleich sehen werden, sind wir im Stande, die ganze Masse der über einanderliegenden Sedimentgesteine in fünf oberste Hauptgruppen oder Terrains, jedes Terrain in mehrere untergeordnete Schichtengruppen oder Systeme und jedes System von Schichten wiederum in noch kleinere Gruppen oder Formationen einzutheilen; endlich kann auch jede Formation wieder in Stagen oder Unterformationen, und jede von diesen wiederum in noch kleinere Lagen, Bänke u. s. w. eingetheilt werden. Jedes der fünf großen Terrains wurde während eines großen Hauptabschnittes der Erdgeschichte, während eines Zeitalters abgelagert; jedes System während einer kürzeren Periode, jede Formation während einer noch kürzeren Epoche u. s. w. Indem wir so die Zeiträume der organischen Erdgeschichte und die während derselben abgelagerten neptunischen und versteinigungsführenden Erdschichten in ein gegliedertes System bringen, verfahren wir genau wie die Historiker, welche die Völkergeschichte in die drei Hauptabschnitte des Alterthums, des Mittelalters und der Neuzeit, und jeden dieser Abschnitte wieder in untergeordnete Perioden und Epochen eintheilen. Wie aber der Historiker durch diese scharfe systematische Einteilung und durch die bestimmte Abgrenzung der Perioden durch einzelne Jahreszahlen nur die Uebersicht erleichtern und keineswegs den ununterbrochenen Zusammenhang der Ereignisse und der Völkerentwicklung leugnen will, so gilt ganz dasselbe auch von unserer systematischen Einteilung, Specification oder Classification der organischen Erdgeschichte. Auch hier geht der rothe Faden der zusammenhängenden Entwicklung überall ununterbrochen hindurch. Wir verwahren uns also ausdrücklich gegen die Anschauung, als wollten wir durch unsere scharfe Abgrenzung der größeren und kleineren Schichtengruppen und der ihnen entsprechenden Zeiträume irgendwie an Cuvier's Lehre von den Erdrevolutionen und von den wiederholten Neuschöpfungen der organischen Bevölkerung anknüpfen. Daß diese irri- ge Lehre durch Lyell längst gründlich widerlegt ist, habe ich Ihnen bereits früher gezeigt. (Vergl. S. 113.)

Die fünf großen Hauptabschnitte der organischen Erdgeschichte oder der paläontologischen Entwicklungsgeschichte bezeichnen wir als primordiales, primäres, secundäres, tertiäres und quartäres Zeitalter. Jedes ist durch die vorwiegende Entwicklung bestimmter Thier- und Pflanzengruppen in demselben bestimmt charakterisirt, und wir könnten demnach auch die fünf Zeitalter einerseits durch die natürlichen Hauptgruppen des Pflanzenreichs, andererseits durch die verschiedenen Klassen des Wirbelthierstammes anschaulich bezeichnen. Dann wäre das erste oder primordiale Zeitalter dasjenige der Lauge und Schädellofen, das zweite oder primäre Zeitalter das der Farne und Fische, das dritte oder secundäre Zeitalter das der Nadelwälder und Schleicher, das vierte oder tertiäre Zeitalter das der Laubwälder und Säugethiere, endlich das fünfte oder quartäre Zeitalter dasjenige des Menschen und seiner Cultur. Die Abschnitte oder Perioden, welche wir in jedem der fünf Zeitalter unterscheiden (S. 344), werden durch die verschiedenen Systeme von Schichten bestimmt, in die jedes der fünf großen Terrains zerfällt (S. 345). Lassen Sie uns jetzt noch einen flüchtigen Blick auf die Reihe dieser Systeme und zugleich auf die Bevölkerung der fünf großen Zeitalter werfen.

Den ersten und längsten Hauptabschnitt der organischen Erdgeschichte bildet die Primordialzeit oder das Zeitalter der Tangwälder, das auch das archolithische oder archozoische Zeitalter genannt werden kann. Es umfaßt den ungeheuren Zeitraum von der ersten Urzeugung, von der Entstehung des ersten irdischen Organismus, bis zum Ende der silurischen Schichtenbildung. Während dieses unermesslichen Zeitraums, welcher wahrscheinlich viel länger war, als alle übrigen vier Zeiträume zusammengenommen, lagerten sich die drei mächtigsten von allen neptunischen Schichtensystemen ab, nämlich zu unterst das laurentische, darüber das cambrische und darüber das silurische System. Die ungefähre Dicke oder Mächtigkeit dieser drei Systeme zusammengenommen beträgt siebzigtausend Fuß. Davon kommen ungefähr 30,000 auf das laurentische, 18,000 auf das cambrische und 22,000 auf das silurische System. Die

durchschnittliche Mächtigkeit aller vier übrigen Terrains, des primären, secundären, tertiären und quartären zusammengenommen, mag dagegen etwa höchstens 60,000 Fuß betragen, und schon hieraus, abgesehen von vielen anderen Gründen, ergibt sich, daß die Dauer der Primordialzeit wahrscheinlich viel länger war, als die Dauer der folgenden Zeitalter bis zur Gegenwart zusammengenommen. Viele Millionen von Jahrtausenden müssen zur Ablagerung solcher Schichtenmassen erforderlich gewesen sein. Leider befindet sich der bei weitem größte Theil der primordialen Schichtengruppen in dem sogleich zu erörternden metamorphischen Zustande, und dadurch sind die in ihnen enthaltenen Versteinerungen, die ältesten und wichtigsten von allen, größtentheils zerstört und unkenntlich geworden. Nur aus einem Theile der cambrischen und silurischen Schichten sind Petrefacten in größerer Menge und in kenntlichem Zustande erhalten worden. Die älteste von allen deutlich erhaltenen Versteinerungen, das später noch zu beschreibende „kanadische Morgenwesen“ (*Eozoon Canadense*) ist in den untersten laurentischen Schichten (in der Ottawafornation) gefunden worden.

Trotzdem die primordialen oder archolithischen Versteinerungen uns nur zum bei weitem kleinsten Theile in kenntlichem Zustande erhalten sind, besitzen dieselben dennoch den Werth unschätzbbarer Documente für diese älteste und dunkelste Zeit der organischen Erdgeschichte. Zunächst scheint daraus hervorzugehen, daß während dieses ganzen ungeheuren Zeitraums nur Wasserbewohner existirten. Wenigstens ist bis jetzt unter allen archolithischen Petrefacten noch kein einziges gefunden worden, welches man mit Sicherheit auf einen landbewohnenden Organismus beziehen könnte. Alle Pflanzenreste, die wir aus der Primordialzeit besitzen, gehören zu der niedrigsten von allen Pflanzengruppen, zu der im Wasser lebenden Klasse der Lauge oder Algen. Diese bildeten in dem warmen Urmeere der Primordialzeit mächtige Wälder, von deren Formenreichtum und Dichtigkeit uns noch heutigen Tages ihre Epigonen, die Langwälder des atlantischen Sargassomeeres, eine ungefähre Vorstellung geben mögen. Die co-

loßalen Tangwälder der archolithischen Zeit erstekten damals die noch gänzlich fehlende Waldvegetation des Festlandes. Gleich den Pflanzen lebten auch alle Thiere, von denen man Reste in den archolithischen Schichten gefunden hat, im Wasser. Von den Gliederfüßern finden sich nur Krebsthiere, noch keine Spinnen und Insecten. Von den Wirbelthieren sind nur sehr wenige Fischreste bekannt, welche sich in den jüngsten von allen primordialen Schichten, in der oberen Silurformation vorfinden. Dagegen müssen die kopflosen Wirbelthiere, welche wir Schädellose oder Akranien nennen, und aus denen sich die Fische erst entwickeln konnten, massenhaft während der Primordialzeit gelebt haben. Daher können wir sie sowohl nach den Schädellosen als nach den Tangen benennen.

Die Primärzeit oder das Zeitalter der Farnwälder, der zweite Hauptabschnitt der organischen Erdgeschichte, welchen man auch das paläolithische oder paläozoische Zeitalter nennt, dauerte vom Ende der silurischen Schichtenbildung bis zum Ende der permischen Schichtenbildung. Auch dieser Zeitraum war von sehr langer Dauer und zerfällt wiederum in drei Perioden, während deren sich drei mächtige Schichtensysteme ablagerten, nämlich zu unterst das devonische System oder der alte rothe Sandstein, darüber das carbonische oder Steinkohlensystem, und darüber das permische System oder der neue rothe Sandstein und der Zechstein. Die durchschnittliche Dicke dieser drei Systeme zusammengenommen mag etwa 42,000 Fuß betragen, woraus sich schon die ungeheure Länge der für ihre Bildung erforderlichen Zeiträume ergibt.

Die devonischen und permischen Formationen sind vorzüglich reich an Fischresten, sowohl an Urfishen, als an Schmelzfischen. Aber noch fehlen in der primären Zeit gänzlich die Knochenfische. In der Steinkohle finden sich die ältesten Reste von landbewohnenden Thieren, und zwar sowohl Gliedertieren (Spinnen und Insecten) als Wirbelthieren (Amphibien). Im permischen System kommen zu den Amphibien noch die höher entwickelten Schleicher oder Reptilien, und zwar unseren Eidechsen nahverwandte Formen (*Proterosaurus* &c.).

Trotzdem können wir das primäre Zeitalter das der Fische nennen, weil diese wenigen Amphibien und Reptilien ganz gegen die ungeheure Menge der paläolithischen Fische zurücktreten. Ebenso wie die Fische unter den Wirbelthieren, so herrschen unter den Pflanzen während dieses Zeitraums die Farnpflanzen oder Filicinen vor, und zwar sowohl echte Farnkräuter und Farnbäume (Laubfarne oder Phyllopteriden) als Schafffarne (Calamophyten) und Schuppenfarne (Lepidophyten). Diese landbewohnenden Farne oder Filicinen bildeten die Hauptmasse der dichten paläolithischen Inselwälder, deren fossile Reste uns in den ungeheuer mächtigen Steinkohlenlagern des carbonischen Systems, und in den schwächeren Kohlenlagern des devonischen und permischen Systems erhalten sind. Sie berechtigen uns, die Primärzeit eben sowohl das Zeitalter der Farne, als das der Fische zu nennen.

Der dritte große Hauptabschnitt der paläontologischen Entwicklungsgeschichte wird durch die Secundärzeit oder das Zeitalter der Nadelwälder gebildet, welches auch das mesolithische oder mesozoische Zeitalter genannt wird. Es reicht vom Ende der permischen Schichtenbildung bis zum Ende der Kreideschichtenbildung, und zerfällt abermals in drei große Perioden. Die währenddessen abgelagerten Schichtensysteme sind zu unterst das Triasystem, in der Mitte das Jurasystem, und zu oberst das Kreidesystem. Die durchschnittliche Dicke dieser drei Systeme zusammengenommen bleibt schon weit hinter derjenigen der primären Systeme zurück und beträgt im Ganzen nur ungefähr 15,000 Fuß. Die Secundärzeit wird demnach wahrscheinlich nicht halb so lang als die Primärzeit gewesen sein.

Wie in der Primärzeit die Fische, so herrschen in der Secundärzeit die Schleicher oder Reptilien über alle übrigen Wirbelthiere vor. Zwar entstanden während dieses Zeitraums die ersten Vögel und Säugethiere; auch lebten damals wichtige Amphibien, nämlich die riesigen Labyrinthodonten; im Meere schwammen die wunderbaren Seedrachten oder Halisaurier umher, und zu den zahlreich vorhandenen Urfishen und Schmelzfischen der älteren Zeit gesell-

U e b e r s i c h t

der paläontologischen Perioden oder der größeren Zeitabschnitte
der organischen Erdgeschichte.

I. Erster Zeitraum: Archolithisches Zeitalter. Primordial-Zeit.

(Zeitalter der Schädellosen und der Tangwälder.)

- | | | |
|----------------------------|------|-----------------------|
| 1. Ältere Primordialzeit | oder | Laurentische Periode. |
| 2. Mittlere Primordialzeit | = | Cambrische Periode. |
| 3. Neuere Primordialzeit | = | Silurische Periode. |

II. Zweiter Zeitraum: Paläolithisches Zeitalter. Primär-Zeit.

(Zeitalter der Fische und der Farnwälder.)

- | | | |
|------------------------|------|----------------------|
| 4. Ältere Primärzeit | oder | Devonische Periode. |
| 5. Mittlere Primärzeit | = | Steinkohlen-Periode. |
| 6. Neuere Primärzeit | = | Permische Periode. |

III. Dritter Zeitraum: Mesolithisches Zeitalter. Secundär-Zeit.

(Zeitalter der Reptilien und der Nadelwälder.)

- | | | |
|--------------------------|------|-----------------|
| 7. Ältere Secundärzeit | oder | Trias-Periode. |
| 8. Mittlere Secundärzeit | = | Jura-Periode. |
| 9. Neuere Secundärzeit | = | Kreide-Periode. |

IV. Vierter Zeitraum: Cenolithisches Zeitalter. Tertiär-Zeit.

(Zeitalter der Säugethiere und der Laubwälder.)

- | | | |
|--------------------------|------|-------------------|
| 10. Ältere Tertiärzeit | oder | Eocene Periode. |
| 11. Mittlere Tertiärzeit | = | Miocene Periode. |
| 12. Neuere Tertiärzeit | = | Pliocene Periode. |

V. Fünfter Zeitraum: Anthropolithisches Zeitalter. Quartär-Zeit.

(Zeitalter der Menschen und der Culturwälder.)

- | | | |
|--------------------------|------|----------------------------|
| 13. Ältere Quartärzeit | oder | Eiszeit. Glaciale Periode. |
| 14. Mittlere Quartärzeit | = | Postglaciale Periode. |
| 15. Neuere Quartärzeit | = | Cultur-Periode. |

(Die Culturperiode ist die historische Zeit oder die Periode der Ueberlieferungen.)

U e b e r s i c h t
der paläontologischen Formationen oder der versteinierungsführenden
Schichten der Erdrinde.

Terrains	Systeme	Formationen	Synonyme der Formationen
V. Quartäre Terrains oder anthropolithische (anthropozoische) Schichtengruppen	XIV. Recent (Alluvium)	36. Praesent	Oberalluviale
		35. Recent	Unteralluviale
	XIII. Pleistocen (Diluvium)	34. Postglacial	Oberdiluviale
		33. Glacial	Unterdiluviale
IV. Tertiäre Terrains oder cenolithische (cenozoische) Schichtengruppen	XII. Pliocen (Neotertiär)	32. Arvern	Oberpliocene
		31. Subapennin	Unterpliocene
	XI. Miocen (Mitteltertiär)	30. Salun	Obermiocene
		29. Kimburg	Untermiocene
	X. Eocen (Alttertiär)	28. Gyps	Obereocene
		27. Grobkalk	Mittlereocene
III. Secundäre Terrains oder mesolithische (mesozoische) Schichtengruppen	IX. Kreide	25. Weiskreide	Oberkreide
		24. Grünsand	Mitteltkreide
		23. Neocom	Unterkreide
		22. Wealden	Wälderformation
		21. Portland	Oberoolith
		20. Oxford	Mittelloolith
	VIII. Jura	19. Bath	Unteroolith
		18. Kias	Kiasformation
		17. Keuper	Obertrias
	VII. Trias	16. Muschelkalk	Mittelttrias
		15. Buntsand	Untertrias
		II. Primäre Terrains oder paläolithische (paläozoische) Schichtengruppen	VI. Permische (Neurothsand)
13. Neurothsand	Unterpermische		
V. Carbonische (Steinkohle)	12. Kohlen sand		Obercarbonische
	11. Kohlenkalk		Untercarbonische
IV. Devonische (Alrothsand)	10. Pilton		Oberdevonische
	9. Ilfracombe		Mitteldevonische
	8. Kinton		Unterddevonische
	I. Primordiale Terrains oder archolithische (archozoische) Schichtengruppen		III. Silurische
6. Sandoverv		Mittelsilurische	
5. Sandello		Untersilurische	
II. Cambrische		4. Potsdam	Obercambrische
		3. Conguynnd	Untercambrische
I. Laurentische		2. Labrador	Oberlaurentische
		1. Ottawa	Untersilurische

ten sich die ersten Knochenfische. Allein die ganz charakteristische und überwiegende Wirbelthierklasse der Secundärzeit bildeten die höchst mannichfaltig entwickelten Reptilien. Neben solchen Schleichern, welche den heute noch lebenden Eidechsen, Krokodilen und Schildkröten sehr nahe standen, wimmelte es in der mesolithischen Zeit überall von abenteuerlich gestalteten Drachen. Insbefondere sind die merkwürdigen fliegenden Eidechsen oder Pterosaurier und die colossalen Landdrachen oder Dinosaurier der Secundärzeit ganz eigenthümlich, da sie weder vorher noch nachher lebten. Wie man demgemäß die Secundärzeit das Zeitalter der Schleicher oder Reptilien nennen könnte, so könnte sie andrerseits auch das Zeitalter der Nadelwälder, oder genauer der Gymnospermen oder Nacktsamenzpflanzen heißen. Denn diese Pflanzengruppe, vorzugsweise durch die beiden wichtigen Klassen der Nadelhölzer oder Coniferen und der Palmfarne oder Cycadeen vertreten, setzte während der Secundärzeit ganz überwiegend den Bestand der Wälder zusammen. Die farnartigen Pflanzen traten dagegen zurück und die Laubhölzer entwickelten sich erst gegen Ende des Zeitalters, in der Kreidezeit.

Viel kürzer und weniger eigenthümlich als diese drei ersten Zeitalter war der vierte Hauptabschnitt der organischen Erdgeschichte, die Tertiärzeit oder das Zeitalter der Laubwälder. Dieser Zeitraum, welcher auch cenolithisches oder cenozoisches Zeitalter heißt, erstreckte sich vom Ende der Kreidenschichtenbildung bis zum Ende der pliocenen Schichtenbildung. Die während dessen abgelagerten Schichten erreichen nur ungefähr eine mittlere Mächtigkeit von 3000 Fuß und bleiben demnach weit hinter den drei ersten Terrains zurück. Auch sind die drei Systeme, welche man in dem tertiären Terrain unterscheidet, nur schwer von einander zu trennen. Das älteste derselben heißt eocenes oder alttertiäres, das mittlere miocenes oder mitteltertiäres und das jüngste pliocenes oder neutertiäres System.

Die gesammte Bevölkerung der Tertiärzeit nähert sich im Ganzen und im Einzelnen schon viel mehr derjenigen der Gegenwart, als es in den vorhergehenden Zeitaltern der Fall war. Unter den Wir-

heltieren überwiegt von nun an die Klasse der Säugethiere bei weitem alle übrigen. Ebenso herrscht in der Pflanzenwelt die formenreiche Gruppe der Decksamenspflanzen oder Angiospermen vor, deren Laubhölzer die charakteristischen Laubwälder der Tertiärzeit bildeten. Die Abtheilung der Angiospermen besteht aus den beiden Klassen der Einkeimblättrigen oder Monocotyledonen und der Zweikeimblättrigen oder Dicotyledonen. Zwar hatten sich Angiospermen aus beiden Klassen schon in der Kreidezeit gezeigt, und Säugethiere traten schon in der Jurazeit oder selbst in der Triaszeit auf. Allein beide Gruppen, Säugethiere und Decksamenspflanzen, erreichen ihre eigentliche Entwicklung und Oberherrschaft erst in der Tertiärzeit, so daß man diese mit vollem Rechte danach benennen kann.

Den fünften und letzten Hauptabschnitt der organischen Erdgeschichte bildet die Quartärzeit oder Culturzeit, derjenige, gegen die Länge der vier übrigen Zeitalter verschwindend kurze Zeitraum, den wir gewöhnlich in komischer Selbstüberhebung die „Weltgeschichte“ zu nennen pflegen. Da die Ausbildung des Menschen und seiner Cultur, welche mächtiger als alle früheren Vorgänge auf die organische Welt umgestaltend einwirkte, dieses Zeitalter charakterisirt, so könnte man dasselbe auch die Menschenzeit, das anthropolithische oder anthropozoische Zeitalter nennen. Es könnte auch das Zeitalter der Culturwälder oder der Gärten heißen, weil selbst auf den niedrigeren Stufen der menschlichen Cultur ihr umgestaltender Einfluß sich bereits in der Benugung der Wälder und ihrer Erzeugnisse, und somit auch in der Physiognomie der Landschaft bemerkbar macht. Geologisch wird der Beginn dieses Zeitalters, welches bis zur Gegenwart reicht, durch das Ende der pliocenen Schichtenablagerung begrenzt.

Die neptunischen Schichten, welche während des verhältnißmäßig kurzen quartären Zeitraums abgelagert wurden, sind an den verschiedenen Stellen der Erde von sehr verschiedener, meist aber von sehr geringer Dicke. Man bringt dieselben in zwei verschiedene Systeme, von denen man das ältere als diluvial oder pleistocen, das neuere als alluvial oder recent bezeichnet. Das Diluvial-Sy-

stem zerfällt selbst wieder in zwei Formationen, in die älteren glacialen und die neueren postglacialen Bildungen. Während der älteren Diluvialzeit nämlich fand jene außerordentlich merkwürdige Erniedrigung der Erdtemperatur statt, welche zu einer ausgedehnten Vergletscherung der gemäßigten Zonen führte. Die hohe Bedeutung, welche diese „Eiszeit“ oder Glacial-Periode für die geographische und topographische Verbreitung der Organismen gewonnen hat, ist bereits im vorhergehenden Vortrage auseinander gesetzt worden (S. 324). Auch die auf die Eiszeit folgende „Kacheiszeit“, die postglaciale Periode oder die neuere Diluvialzeit, während welcher die Temperatur wiederum stieg, und das Eis sich nach den Polen zurückzog, war für die gegenwärtige Gestaltung der chorologischen Verhältnisse höchst bedeutungsvoll.

Der biologische Charakter der Quartärzeit liegt wesentlich in der Entwicklung und Ausbreitung des menschlichen Organismus und seiner Cultur. Weit mehr als jeder andere Organismus hat der Mensch umgestaltend, zerstörend und neubildend auf die Thier- und Pflanzenbevölkerung der Erde eingewirkt. Aus diesem Grunde, — nicht weil wir dem Menschen im Uebrigen eine privilegierte Ausnahmestellung in der Natur einräumen, — können wir mit vollem Rechte die Ausbreitung des Menschen mit seiner Cultur als Beginn eines besonderen letzten Hauptabschnitts der organischen Erdgeschichte bezeichnen. Wahrscheinlich fand allerdings die körperliche Entwicklung des Urmenschen aus menschenähnlichen Affen bereits in der jüngeren oder pliocenen, vielleicht sogar schon in der mittleren oder miocenen Tertiärzeit statt. Allein die eigentliche Entwicklung der menschlichen Sprache, welche wir als den wichtigsten Hebel für die Ausbildung der eigenthümlichen Vorzüge des Menschen und seiner Herrschaft über die übrigen Organismen betrachten, fällt wahrscheinlich erst in jenen Zeitraum, welchen man aus geologischen Gründen als pleistocene oder diluviale Zeit von der vorhergehenden Pliocenperiode trennt. Jedenfalls ist derjenige Zeitraum, welcher seit der Entwicklung der menschlichen Sprache bis zur Gegenwart verfloß, mag derselbe auch

viele Jahrtausende und vielleicht Hunderttausende von Jahren in Anspruch genommen haben, verschwindend gering gegen die unermessliche Länge der Zeiträume, welche vom Beginn des organischen Lebens auf der Erde bis zur Entstehung des Menschengeschlechts verfloßen.

Die vorstehende tabellarische Uebersicht zeigt Ihnen rechts (S. 345) die Reihenfolge der paläontologischen Terrains, Systeme und Formationen, d. h. der größeren und kleineren neptunischen Schichtengruppen, welche Versteinerungen einschließen, von den obersten oder alluvialen bis zu den untersten oder laurentischen Ablagerungen hinab. Die links gegenüberstehende Tabelle (S. 344) führt Ihnen die historische Eintheilung der entsprechenden Zeiträume vor, der größeren und kleineren paläontologischen Perioden, und zwar in umgekehrter Reihenfolge, von der ältesten laurentischen bis auf die jüngste quartäre Zeit hinauf. (Vergl. auch S. 352.)

Man hat viele Versuche angestellt, die Zahl der Jahrtausende, welche diese Zeiträume zusammensetzen, annähernd zu berechnen. Man verglich die Dicke der Schlammisichten, welche erfahrungsgemäß während eines Jahrhunderts sich absetzen, und welche nur wenige Linien oder Zolle betragen, mit der gesammten Dicke der geschichteten Gesteinsmassen, deren ideales System wir soeben überblickt haben. Diese Dicke mag im Ganzen durchschnittlich ungefähr 130,000 Fuß betragen, und hiervon kommen 70,000 auf das primordiale oder archolithische, 42,000 auf das primäre oder paläolithische, 15,000 auf das secundäre oder mesolithische und endlich nur 3000 auf das tertiäre oder cenolithische Terrain. Die sehr geringe und nicht annähernd bestimmbare durchschnittliche Dicke des quartären oder anthropolithischen Terrains kommt dabei gar nicht in Betracht. Man kann sie höchstens durchschnittlich auf 500—700 Fuß anschlagen. Selbstverständlich haben aber alle diese Maßangaben nur einen ganz durchschnittlichen und annähernden Werth, und sollen nur dazu dienen, das relative Maßverhältniß der Schichtensysteme und der ihnen entsprechenden Zeitabschnitte ganz ungefähr zu überblicken.

Wenn man nun die gesammte Zeit der organischen Erdge-

schichte, d. h. den ganzen Zeitraum seit Beginn des Lebens auf der Erde, bis auf den heutigen Tag, in hundert gleiche Theile theilt, und wenn man dann, dem angegebenen durchschnittlichen Dickenverhältniß der Schichtensysteme entsprechend, die relative Zeitdauer der fünf Hauptabschnitte oder Zeitalter nach Procenten berechnet, so ergibt sich folgendes Resultat. (Vergl. S. 352.)

I. Archolithische oder Primordialzeit	53,6
II. Paläolithische oder Primärzeit	32,1
III. Mesolithische oder Secundärzeit	11,5
IV. Cenolithische oder Tertiärzeit	2,3
V. Anthropolithische oder Quartärzeit	0,5
Summa	100,0

Es beträgt demnach die Länge des archolithischen Zeitraums, während dessen noch gar keine landbewohnenden Thiere und Pflanzen existirten, mehr als die Hälfte, mehr als 53 Procent, dagegen die Länge des anthropolithischen Zeitraums, während dessen der Mensch existirte, kaum ein halbes Procent von der ganzen Länge der organischen Erdgeschichte. Es ist aber ganz unmöglich, die Länge dieser Zeiträume auch nur annähernd nach Jahren zu berechnen.

Die Dicke der Schlamm-schichten, welche während eines Jahrhunderts sich in der Gegenwart ablagern, und welche man als Basis für diese Berechnung benutzen wollte, ist an den verschiedenen Stellen der Erde unter den ganz verschiedenen Bedingungen, unter denen überall die Ablagerung stattfindet, natürlich ganz verschieden. Sie ist sehr gering auf dem Boden des hohen Meeres, in den Betten breiter Flüsse mit kurzem Laufe, und in Landseen, welche sehr dürftige Zuflüsse erhalten. Sie ist verhältnißmäßig bedeutend an Meeresküsten mit starker Brandung, am Ausfluß großer Ströme mit langem Lauf und in Landseen mit starken Zuflüssen. An der Mündung des Mississippi, welcher sehr bedeutende Schlammmassen mit sich fortführt, würden in 100.000 Jahren nur etwa 600 Fuß abgelagert werden. Auf dem Grunde des offenen Meeres, weit von den Küsten entfernt, werden sich während dieses langen Zeitraums nur wenige Fuß Schlamm

absetzen. Selbst an den Küsten, wo verhältnißmäßig viel Schlamm abgelagert wird, mag die Dicke der dadurch während eines Jahrhunderts gebildeten Schichten, wenn sie nachher sich zu festem Gesteine verdichtet haben, doch nur wenige Zolle oder Linien betragen. Jedenfalls aber bleiben alle auf diese Verhältnisse gegründeten Berechnungen ganz unsicher, und wir können uns auch nicht einmal annähernd die ungeheure Länge der Zeiträume vorstellen, welche zur Bildung jener neptunischen Schichtensysteme erforderlich waren. Nur relative, nicht absolute Zeitmaße sind hier anwendbar.

Man würde übrigens auch vollkommen fehlgehen, wenn man die Mächtigkeit jener Schichtensysteme allein als Maßstab für die inzwischen wirklich verfloßene Zeit der Erdgeschichte betrachten wollte. Denn Hebungen und Senkungen der Erdrinde haben beständig mit einander gewechselt, und aller Wahrscheinlichkeit nach entspricht der mineralogische und paläontologische Unterschied, den man zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Schichtensystemen und zwischen je zwei Formationen derselben wahrnimmt, einem beträchtlichen Zwischenraum von vielen Jahrtausenden, während dessen die betreffende Stelle der Erdrinde über das Wasser gehoben war. Erst nach Ablauf dieser Zwischenzeit, als eine neue Senkung diese Stelle wieder unter Wasser brachte, fand die Ablagerung einer neuen Bodenschicht statt. Da aber inzwischen die anorganischen und organischen Verhältnisse an diesem Orte eine beträchtliche Umbildung erfahren hatten, mußte die neugebildete Schlammsschicht aus verschiedenen Bodenbestandtheilen zusammengesetzt sein und verschiedene Versteinerungen einschließen.

Die auffallenden Unterschiede, die zwischen den Versteinerungen zweier übereinander liegenden Schichten so häufig stattfinden, sind einfach und leicht nur durch die Annahme zu erklären, daß derselbe Punkt der Erdoberfläche wiederholten Senkungen und Hebungen ausgesetzt wurde. Noch gegenwärtig finden solche wechselnde Hebungen und Senkungen, welche man der Reaction des feuerflüssigen Erdkerns gegen die erstarrte Rinde zuschreibt, in weiter Ausdehnung statt. So steigt z. B. die Küste von Schweden und ein Theil

IV. Tertiäre Schichten-Systeme. 3000 Fuß.		Coen, Miocen, Pliocen.
III. Mesolithische Schichten-Systeme. Ablagerungen der Secundärzeit. Circa 15,000 Fuß.		IX. Kreide-System. ----- VIII. Jura-System. ----- VII. Trias-System.
II. Paläolithische Schichten-Systeme. Ablagerungen der Primärzeit. Circa 42,000 Fuß.		VI. Permische System. ----- V. Steinkohlen- System. ----- IV. Devonisches System.
Tabelle zur Uebersicht der neptunischen versteinere- rungsführenden Schichten-Systeme mit Bezug auf ihre verhältnismäßige durchschnittliche Dicke. (130,000 Fuß circa.)	I. Archo- lithische Schichten- Systeme. Ablagerungen der Primordial- zeit. Circa 70,000 Fuß.	III. Silurisches System. Circa 22,000 Fuß. ----- II. Cambrisches System. Circa 18,000 Fuß. ----- I. Laurentisches System. Circa 30,000 Fuß.

von der Westküste Südamerikas beständig langsam empor, während die Küste von Holland und ein Theil von der Ostküste Südamerikas allmählich unter sinkt. Das Steigen wie das Sinken geschieht nur sehr langsam und beträgt im Jahrhundert bald nur einige Linien, bald einige Zoll oder höchstens einige Fuß. Wenn aber diese Bewegung hunderte von Jahrtausenden hindurch ununterbrochen andauert, wird sie fähig, die höchsten Gebirge zu bilden.

Offenbar haben ähnliche Hebungen und Senkungen, wie sie an jenen Stellen noch heute zu messen sind, während des ganzen Verlaufs der organischen Erdgeschichte ununterbrochen an verschiedenen Stellen mit einander gewechselt. Das ergibt sich mit Sicherheit aus der geographischen Verbreitung der Organismen (vergl. S. 320). Nun ist es aber für die Beurtheilung unserer paläontologischen Schöpfungs-urkunde außerordentlich wichtig, sich klar zu machen, daß bleibende Schichten sich bloß während langsamer Senkung des Bodens unter Wasser ablagern können, nicht aber während andauernder Hebung. Wenn der Boden langsam mehr und mehr unter den Meerespiegel versinkt, so gelangen die abgelagerten Schlammsschichten in immer tieferes und ruhigeres Wasser, wo sie sich ungestört zu Gestein verdichten können. Wenn sich dagegen umgekehrt der Boden langsam hebt, so kommen die soeben abgelagerten Schlammsschichten, welche Reste von Pflanzen und Thieren umschließen, sogleich wieder in den Bereich des Wogenspiels, und werden durch die Kraft der Brandung alsbald nebst den eingeschlossenen organischen Resten zerstört. Aus diesem einfachen, aber sehr gewichtigen Grunde können also nur während einer andauernden Senkung des Bodens sich reichlichere Schichten ablagern, in denen die organischen Reste erhalten bleiben. Wenn je zwei verschiedene übereinander liegende Formationen oder Schichten mithin zwei verschiedenen Senkungsperioden entsprechen, so müssen wir zwischen diesen letzteren einen langen Zeitraum der Hebung annehmen, von dem wir gar nichts wissen, weil uns keine fossilen Reste von den damals lebenden Thieren und Pflanzen aufbewahrt werden konnten. Offenbar verdienen aber diese spurlos dahingegangenen He-

bungszeiträume nicht geringere Berücksichtigung als die damit abwechselnden Senkungszeiträume, von deren organischer Bevölkerung uns die versteinerungsführenden Schichten eine ungefähre Vorstellung geben. Wahrscheinlich waren die ersteren durchschnittlich von nicht geringerer Dauer als die letzteren.

Schon hieraus wird sich Ihnen ergeben, wie unvollständig unsere Urkunde nothwendig sein muß, um so mehr, da sich theoretisch erweisen läßt, daß gerade während der Hebungszeiträume das Thier- und Pflanzenleben an Mannichfaltigkeit zunehmen mußte. Denn indem neue Strecken Landes über das Wasser gehoben werden, bilden sich neue Inseln. Jede neue Insel ist aber ein neuer Schöpfungsmittelpunkt, weil die zufällig dorthin verschlagenen Thiere und Pflanzen auf dem neuen Boden im Kampf um's Dasein reiche Gelegenheit finden, sich eigenthümlich zu entwickeln, und neue Arten zu bilden. Gerade die Bildung neuer Arten hat offenbar während dieser Zwischenzeiten, aus denen uns leider keine Versteinerungen erhalten bleiben konnten, vorzugsweise stattgefunden, während umgekehrt bei der langsamen Senkung des Bodens eher Gelegenheit zum Aussterben zahlreicher Arten, und zu einem Rückschritt in der Artenbildung gegeben war. Auch die Zwischenformen zwischen den alten und den neu sich bildenden Species werden vorzugsweise während jener Hebungszeiträume gelebt haben, und konnten daher ebenfalls keine fossilen Reste hinterlassen.

Zu den sehr bedeutenden und empfindlichen Lücken der paläontologischen Schöpfungsurkunde, welche durch die Hebungszeiträume bedingt werden, kommen nun leider noch viele andere Umstände hinzu, welche den hohen Werth derselben außerordentlich verringern. Dahin gehört vor Allen der metamorphische Zustand der ältesten Schichtengruppen, gerade derjenigen, welche die Reste der ältesten Flora und Fauna, der Stammformen aller folgenden Organismen enthalten, und dadurch von ganz besonderem Interesse sein würden. Gerade diese Gesteine, und zwar der größere Theil der primordiale oder archolithischen Schichten, fast das ganze laurentische und

ein großer Theil des cambrischen Systems enthalten gar keine kenntlichen Reste mehr, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil diese Schichten durch den Einfluß des feuerflüssigen Erdinnern nachträglich wieder verändert oder metamorphosirt worden sind. Durch die Hitze des glühenden Erdkerns sind diese tiefsten neptunischen Rindenschichten in ihrer ursprünglichen Schichtenstructur gänzlich umgewandelt und in einen krystallinischen Zustand übergeführt worden. Dabei ging aber die Form der darin eingeschlossenen organischen Reste ganz verloren. Nur hie und da wurde sie durch einen glücklichen Zufall erhalten, wie es bei dem ältesten bekannten Petrefacten, bei dem Eozoon canadense aus den untersten laurentischen Schichten der Fall ist. Jedoch können wir aus den Lagern von krystallinischer Kohle (Graphit) und krystallinischem Kalk (Marmor), welche sich in den metamorphischen Gesteinen eingelagert finden, mit Sicherheit auf die frühere Anwesenheit von versteinerten Pflanzen- und Thierresten in denselben schließen.

Außerordentlich unvollständig wird unsere Schöpfungsurkunde durch den Umstand, daß erst ein sehr kleiner Theil der Erdoberfläche genauer geologisch untersucht ist, vorzugsweise England, Deutschland und Frankreich. Dagegen wissen wir nur sehr Wenig von den übrigen Theilen Europa's, von Rußland, Spanien, Italien, der Türkei. Hier sind uns nur einzelne Stellen der Erdrinde aufgeschlossen; der bei weitem größte Theil derselben ist uns unbekannt. Dasselbe gilt von Nordamerika und von Ostindien. Hier sind wenigstens einzelne Strecken untersucht. Dagegen vom größten Theile Asiens, des umfangreichsten aller Welttheile, wissen wir fast Nichts, — von Afrika fast Nichts, ausgenommen das Kap der guten Hoffnung und die Mittelmeerküste, — von Neuholland fast Nichts, von Südamerika nur sehr Wenig. Sie sehen also, daß erst ein ganz kleines Stück, wohl kaum der tausendste Theil von der gesammten Erdoberfläche gründlich paläontologisch erforscht ist. Wir können daher wohl hoffen, bei weiterer Ausbreitung der geologischen Untersuchungen, denen namentlich die Anlage von Eisenbahnen und Bergwerken sehr zu Hilfe kommen wird, noch einen großen Theil wichtiger Versteine-

rungen aufzufinden. Ein Fingerzeig dafür ist uns durch die merkwürdigen Versteinerungen gegeben, die man an den wenigen, genauer untersuchten Punkten von Afrika und Asien, in den Kapgegenden und am Himalaya aufgefunden hat. Eine Reihe von ganz neuen und sehr eigenthümlichen Thierformen ist uns dadurch bekannt geworden. Freilich müssen wir andererseits erwägen, daß der ausgedehnte Boden der jetzigen Meere vorläufig für die paläontologischen Forschungen ganz unzugänglich ist, und daß wir den größten Theil der hier seit uralten Zeiten begrabenen Versteinerungen entweder niemals oder im besten Fall erst nach Verlauf vieler Jahrtausende werden kennen lernen, wenn durch allmähliche Hebungen der gegenwärtige Meeresboden mehr zu Tage getreten sein wird. Wenn Sie bedenken, daß die ganze Erdoberfläche zu ungefähr drei Fünftheilen aus Wasser und nur zu zwei Fünftheilen aus Festland besteht, so können Sie ermessen, daß auch in dieser Beziehung die paläontologische Urkunde eine ungeheure Lücke enthält.

Nun kommen aber noch eine Reihe von Schwierigkeiten für die Paläontologie hinzu, welche in der Natur der Organismen selbst begründet sind. Vor allen ist hier hervorzuheben, daß in der Regel nur harte und feste Körpertheile der Organismen auf den Boden des Meeres und der süßen Gewässer gelangen und hier in Schlamm eingeschlossen und versteinert werden können. Es sind also namentlich die Knochen und Zähne der Wirbelthiere, die Kalkschalen der Weichthiere, die Chitinskelete der Gliedertiere, die Kalkskelete der Sternthiere und Corallen, ferner die holzigen, festen Theile der Pflanzen, die einer solchen Versteinerung fähig sind. Die weichen und zarten Theile dagegen, welche bei den allermeisten Organismen den bei weitem größten Theil des Körpers bilden, gelangen nur sehr selten unter so günstigen Verhältnissen in den Schlamm, daß sie versteinern, oder daß ihre äußere Form deutlich in dem erhärteten Schlamme sich abdrückt. Nun bedenken Sie, daß ganze große Klassen von Organismen, wie z. B. die Medusen, die nackten Mollusken, welche keine Schale haben, ein großer Theil der Gliedertiere, fast alle Würmer und selbst die

niedersten Wirbelthiere gar keine festen und harten, versteinereungsfähigen Körpertheile besitzen. Ebenso sind gerade die wichtigsten Pflanzentheile, die Blüten, meistens so weich und zart, daß sie sich nicht in kenntlicher Form conserviren können. Von allen diesen wichtigen Organismen werden wir naturgemäß auch gar keine versteinerten Reste zu finden erwarten können. Ferner sind die Jugendzustände fast aller Organismen so weich und zart, daß sie gar nicht versteinereungsfähig sind. Was wir also von Versteinereungen in den neptunischen Schichtensystemen der Erdrinde vorfinden, das sind im Ganzen nur wenige Formen, und meistens nur einzelne Bruchstücke.

Sodann ist zu berücksichtigen, daß die Meerbewohner in einem viel höheren Grade Aussicht haben, ihre todten Körper in den abgelagerten Schlamm-schichten versteinert zu erhalten, als die Bewohner der süßen Gewässer und des Festlandes. Die das Land bewohnenden Organismen können in der Regel nur dann versteinert werden, wenn ihre Leichen zufällig ins Wasser fallen und auf dem Boden in erhärtenden Schlamm-schichten begraben werden, was von mancherlei Bedingungen abhängig ist. Daher kann es uns nicht Wunder nehmen, daß die bei weitem größte Mehrzahl der Versteinereungen Organismen angehört, die im Meere lebten, und daß von den Landbewohnern verhältnismäßig nur sehr wenige im fossilen Zustand erhalten sind. Welche Zufälligkeiten hierbei ins Spiel kommen, mag Ihnen allein der Umstand beweisen, daß man von vielen fossilen Säugethieren, insbesondere von fast allen Säugethieren der Secundärzeit, weiter Nichts kennt, als den Unterkiefer. Dieser Knochen ist erstens verhältnismäßig fest und löst sich zweitens sehr leicht von dem todten Kadaver, das auf dem Wasser schwimmt, ab. Während die Leiche vom Wasser fortgetrieben und zerstört wird, fällt der Unterkiefer auf den Grund des Wassers hinab und wird hier vom Schlamm umschlossen. Daraus erklärt sich allein die merkwürdige Thatsache, daß in einer Kalkschicht des Jurasystems bei Orford in England, in den Schiefeln von Stonesfield, bis jetzt bloß die Unterkiefer von zahlreichen Beuteltieren gefunden worden sind, den ältesten Säugethieren, welche wir

kennen. Von dem ganzen übrigen Körper derselben war auch nicht ein Knochen mehr vorhanden. Die Gegner der Entwicklungstheorie würden nach der bei ihnen gebräuchlichen Logik hieraus den Schluß ziehen müssen, daß der Unterkiefer der einzige Knochen im Leibe jener Thiere war.

Für die kritische Würdigung der vielen unbedeutenden Zufälle, die unsere Versteinerungskenntniß in der bedeutendsten Weise beeinflussen, sind ferner auch die Fußspuren sehr lehrreich, welche sich in großer Menge in verschiedenen ausgedehnten Sandsteinlagern, z. B. in dem rothen Sandstein von Connecticut in Nordamerika, finden. Diese Fußtritte rühren offenbar von Wirbelthieren, wahrscheinlich von Reptilien her, von deren Körper selbst uns nicht die geringste Spur erhalten geblieben ist. Die Abdrücke, welche ihre Füße im Schlamm hinterlassen haben, verrathen uns allein die vormalige Existenz von diesen uns sonst ganz unbekanntem Thieren.

Welche Zufälligkeiten außerdem noch die Grenzen unserer paläontologischen Kenntniße bestimmen, können Sie daraus ermesfen, daß man von sehr vielen wichtigen Versteinerungen nur ein einziges oder nur ein paar Exemplare kennt. Es ist kaum zehn Jahre her, seit wir mit dem unvollständigen Abdruck eines Vogels aus dem Juraßystem bekannt wurden, dessen Kenntniß für die Phylogenie der ganzen Vögelklasse von der allergrößten Wichtigkeit war. Alle bisher bekannten Vögel stellten eine sehr einförmig organisirte Gruppe dar, und zeigten keine auffallenden Uebergangsbildungen zu anderen Wirbelthierklassen, auch nicht zu den nächstverwandten Reptilien. Jener fossile Vogel aus dem Jura dagegen besaß keinen gewöhnlichen Vogelschwanz, sondern einen Eidechfenschwanz, und bestätigte dadurch die aus anderen Gründen vermuthete Abstammung der Vögel von den Eidechsen. Durch dieses einzige Petrefact wurde also nicht nur unsere Kenntniß von dem Alter der Vogelklasse, sondern auch von ihrer Blutsverwandtschaft mit den Reptilien wesentlich erweitert. Ebenso sind unsere Kenntniße von anderen Thiergruppen oft durch die zufällige Entdeckung einer einzigen

Versteinerung wesentlich umgestaltet worden. Da wir aber wirklich von sehr vielen wichtigen Petrefacten nur sehr wenige Exemplare oder nur Bruchstücke kennen, so muß auch aus diesem Grunde die paläontologische Urkunde höchst unvollständig sein.

Eine weitere und sehr empfindliche Lücke derselben ist durch den Umstand bedingt, daß die Zwischenformen, welche die verschiedenen Arten verbinden, in der Regel nicht erhalten sind, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil dieselben (nach dem Princip der Divergenz des Charakters) im Kampfe um's Dasein ungünstiger gestellt waren, als die am meisten divergirenden Varietäten, die sich aus einer und derselben Stammform entwickelten. Die Zwischenglieder sind im Ganzen immer rasch ausgestorben und haben sich nur selten vollständig erhalten. Die am stärksten divergirenden Formen dagegen konnten sich längere Zeit hindurch als selbstständige Arten am Leben erhalten, sich in zahlreichen Individuen ausbreiten und demnach auch leichter versteinert werden. Dadurch ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß nicht in vielen Fällen auch die verbindenden Zwischenformen der Arten sich so vollständig versteinert erhielten, daß sie noch gegenwärtig die systematischen Paläontologen in die größte Verlegenheit versetzen und endlose Streitigkeiten über die ganz willkürlichen Grenzen der Species hervorrufen.

Ein ausgezeichnetes Beispiel der Art liefert die berühmte vielgestaltige Süßwasserschnecke aus dem Stubenthal bei Steinheim in Württemberg, welche bald als *Paludina*, bald als *Valvata*, bald als *Planorbis multiformis* beschrieben worden ist. Die schneeweißen Schalen dieser kleinen Schnecke setzen mehr als die Hälfte von der ganzen Masse eines tertiären Kalkhügels zusammen, und offenbaren dabei an dieser einen Localität eine solche wunderbare Formen-Mannichfaltigkeit, daß man die am meisten divergirenden Extreme als wenigstens zwanzig ganz verschiedene Arten beschreiben und diese sogar in vier ganz verschiedene Gattungen versetzen könnte. Aber alle diese extremen Formen sind durch so massenhafte verbindende Zwischenformen verknüpft, und diese liegen so gesetzmäßig

über und neben einander, daß Hilgendorf daraus auf das Klarste den Stammbaum der ganzen Formengruppe entwickeln konnte. Ebenso finden sich bei sehr vielen anderen fossilen Arten (z. B. vielen Ammoniten, Terebrateln, Seeigeln, Seelilien u. s. w.) die verknüpfenden Zwischenformen in solcher Masse, daß sie die „fossilen Speciessträmer“ zur Verzweiflung bringen.

Wenn Sie nun alle vorher angeführten Verhältnisse erwägen, deren Reihe sich leicht noch vermehren ließe, so werden Sie sich nicht darüber wundern, daß der natürliche Schöpfungsbericht oder die Schöpfungsurkunde, wie sie durch die Versteinerungen gebildet wird, ganz außerordentlich lückenhaft und unvollständig ist. Aber dennoch haben die wirklich gefundenen Versteinerungen den größten Werth. Ihre Bedeutung für die natürliche Schöpfungsgeschichte ist nicht geringer als die Bedeutung, welche die berühmte Inschrift von Rosette und das Decret von Kanopus für die Völkergeschichte, für die Archäologie und Philologie besitzen. Wie es durch diese beiden uralten Inschriften möglich wurde, die Geschichte des alten Egyptens außerordentlich zu erweitern, und die ganze Hieroglyphenschrift zu entziffern, so genügen uns in vielen Fällen einzelne Knochen eines Thieres oder unvollständige Abdrücke einer niederen Thier- oder Pflanzenform, um die wichtigsten Anhaltspunkte für die Geschichte einer ganzen Gruppe und die Erkenntniß ihres Stammbaums zu gewinnen. Ein paar kleine Backzähne, die in der Keuper-Formation der Trias gefunden wurden, haben für sich allein den sicheren Beweis geliefert, daß schon in der Triaszeit Säugethiere existirten.

Von der Unvollkommenheit des geologischen Schöpfungsberichtes sagt Darwin, in Uebereinstimmung mit Lyell, dem größten aller jetzt lebenden Geologen: „Der natürliche Schöpfungsbericht, wie ihn die Paläontologie liefert, ist eine Geschichte der Erde, unvollständig erhalten und in wechselnden Dialecten geschrieben, wovon aber nur der letzte, bloß auf einige Theile der Erdoberfläche sich beziehende Band bis auf uns gekommen ist. Doch auch von diesem Bande ist nur hie und da ein kurzes Capitel erhalten, und von je-

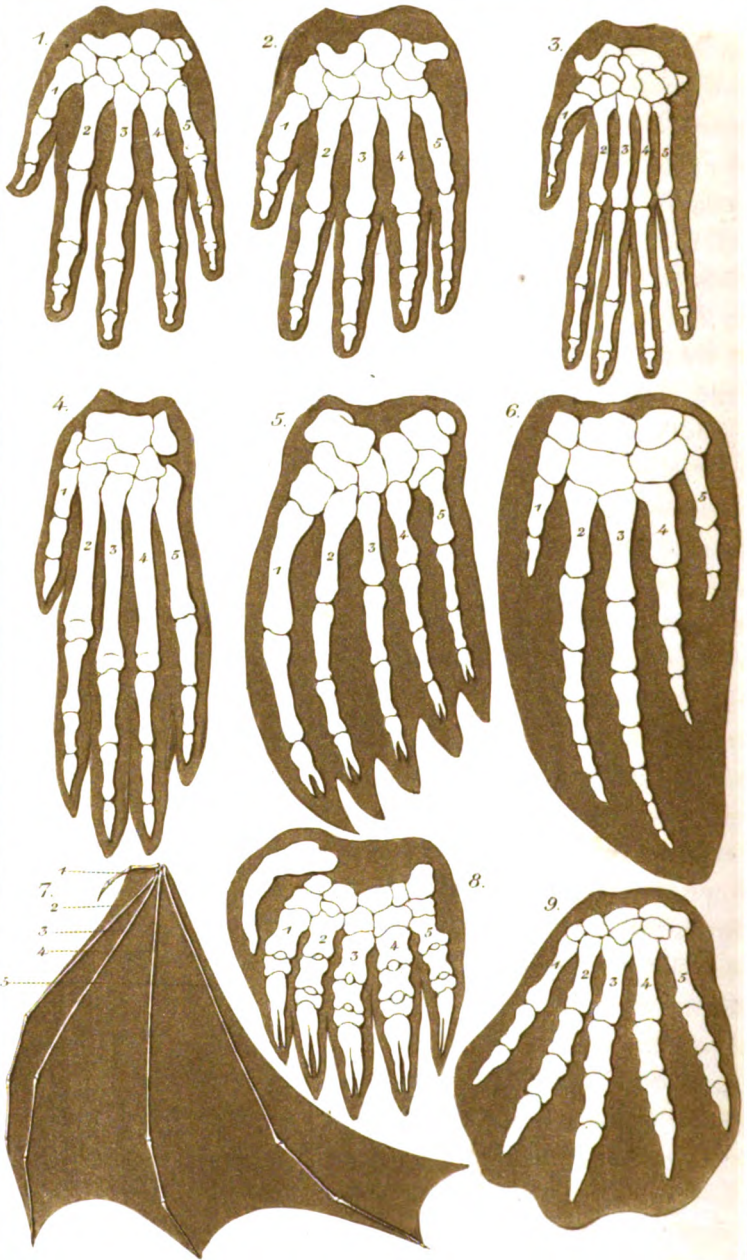
der Seite sind nur da und dort einige Zeilen übrig. Jedes Wort der langsam wechselnden Sprache dieser Beschreibung, mehr oder weniger verschieden in der ununterbrochenen Reihenfolge der einzelnen Abschnitte, mag den anscheinend plötzlich wechselnden Lebensformen entsprechen, welche in den unmittelbar auf einander liegenden Schichten unserer weit von einander getrennten Formationen begraben liegen.“

Wenn Sie diese außerordentliche Unvollständigkeit der paläontologischen Urkunde sich beständig vor Augen halten, so wird es Ihnen nicht wunderbar erscheinen, daß wir noch auf so viele unsichere Hypothesen angewiesen sind, wenn wir wirklich den Stammbaum der verschiedenen organischen Gruppen entwerfen wollen. Jedoch besitzen wir glücklicher Weise außer den Versteinerungen auch noch andere Urkunden für die Stammesgeschichte der Organismen, welche in vielen Fällen von nicht geringerem und in manchen sogar von viel höherem Werthe sind als die Petrefacten. Die bei weitem wichtigste von diesen anderen Schöpfungsurkunden ist ohne Zweifel die Ontogenie oder die Entwicklungsgeschichte des organischen Individuums (Embryologie und Metamorphologie). Diese wiederholt uns kurz in großen, markigen Zügen das Bild der Formenreihe, welche die Vorfahren des betreffenden Individuums von der Wurzel ihres Stammes an durchlaufen haben. Indem wir diese paläontologische Entwicklungsgeschichte der Vorfahren als Stammesgeschichte oder Phylogenie bezeichneten, konnten wir das höchst wichtige biogenetische Grundgesetz aussprechen: „Die Ontogenie ist eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung oder Recapitulation der Phylogenie. Indem jedes Thier und jedes Gewächs vom Beginn seiner individuellen Existenz an eine Reihe von ganz verschiedenen Formzuständen durchläuft, deutet es uns in schneller Folge und in allgemeinen Umrissen die lange und langsam wechselnde Reihe von Formzuständen an, welche seine Ahnen seit den ältesten Zeiten durchlaufen haben (Gen. Morph. II, 6, 110, 300).

Allerdings ist die Skizze, welche uns die Ontogenie der Organismen von ihrer Phylogenie giebt, in den meisten Fällen mehr oder weniger verwischt, und zwar um so mehr, je mehr die Anpassung im Laufe der Zeit das Uebergewicht über die Vererbung erlangt hat, und je mächtiger das Gesetz der abgekürzten Vererbung und das Gesetz der wechselbezüglichen Anpassung eingewirkt hat. Allein dadurch wird der hohe Werth nicht vermindert, welchen die wirklich treu erhaltenen Züge jener Skizze besitzen. Besonders für die Erkenntniß der frühesten paläontologischen Entwicklungszustände ist die Ontogenie von ganz unschätzbarem Werthe, weil gerade von den ältesten Entwicklungszuständen der Stämme und Klassen uns gar keine versteinerten Reste erhalten worden sind und auch schon wegen der weichen und zarten Körperbeschaffenheit derselben nicht erhalten bleiben konnten. Keine Versteinering könnte uns von der unschätzbare wichtigen Thatsache berichten, welche die Ontogenie uns erzählt, daß die ältesten gemeinsamen Vorfahren aller verschiedenen Thier- und Pflanzenarten ganz einfache Zellen, gleich den Eiern waren. Keine Versteinering könnte uns die unendlich werthvolle, durch die Ontogenie festgestellte Thatsache beweisen, daß durch einfache Vermehrung, Gemeindebildung und Arbeitstheilung jener Zellen die unendlich mannichfaltigen Körperformen der vielzelligen Organismen entstanden. So hilft uns die Ontogenie über viele und große Lücken der Paläontologie hinweg.

Zu den unschätzbaren Schöpfungsurkunden der Paläontologie und Ontogenie gesellen sich nun drittens die nicht minder wichtigen Zeugnisse für die Blutsverwandtschaft der Organismen, welche uns die vergleichende Anatomie liefert. Wenn äußerlich sehr verschiedene Organismen in ihrem inneren Bau nahezu übereinstimmen, so können Sie daraus mit Sicherheit schließen, daß diese Uebereinstimmung ihren Grund in der Vererbung, jene Ungleichheit dagegen ihren Grund in der Anpassung hat. Betrachten Sie z. B. vergleichend die Hände oder Vorderpfoten der neun verschiedenen Säugethiere, welche auf der gegenüberstehenden Tafel IV abgebildet sind, und bei

THE UNIVERSITY OF
THE STATE OF NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX & TILDEN FOUNDATIONS



F. Haeckel del.

H. v. Sillmann sc.

1. Mensch. 2. Gorilla. 3. Orang. 4. Hund. 5. Seehund. 6. Delphin.
 7. Fledermaus. 8. Maulwurf. 9. Schnabelthier.

denen das knöcherne Skelet-Gerüst im Innern der Hand und der fünf Finger sichtbar ist. Ueberall finden sich bei der verschiedensten äußeren Form dieselben Knochen, in derselben Zahl, Lagerung und Verbindung wieder. Daß die Hand des Menschen (Fig. 1) von derjenigen seiner nächsten Verwandten, des Gorilla (Fig. 2) und des Orang (Fig. 3) sehr wenig verschieden ist, wird vielleicht sehr natürlich erscheinen. Wenn aber auch die Vorderpfote des Hundes (Fig. 4), sowie die Brustfloße (die Hand) des Seehundes (Fig. 5) und des Delphins (Fig. 6) ganz denselben wesentlichen Bau zeigt, so wird dies schon mehr überraschen. Und noch wunderbarer wird es Ihnen vorkommen, daß auch der Flügel der Fledermaus (Fig. 7), die Grabschaufel des Maulwurfs (Fig. 8) und der Vorderfuß des unvollkommensten aller Säugethiere, des Schnabelthiers (Fig. 9) ganz aus denselben Knochen zusammengesetzt ist. Nur die Größe und Form der Knochen ist vielfach geändert. Die Zahl und die Art ihrer Anordnung und Verbindung ist dieselbe geblieben. (Vergl. auch die Erklärung der Taf. IV im Anhang.) Es ist ganz undenkbar, daß irgend eine andere Ursache als die gemeinschaftliche Vererbung von gemeinsamen Stammeltern diese wunderbare Homologie oder Gleichheit im wesentlichen inneren Bau bei so verschiedener äußerer Form verursacht habe. Und wenn Sie nun im System von den Säugethieren weiter hinuntersteigen, und finden, daß sogar bei den Vögeln die Flügel, bei den Reptilien und Amphibien die Vorderfüße, wesentlich in derselben Weise aus denselben Knochen zusammengesetzt sind, wie die Arme des Menschen und die Vorderbeine der übrigen Säugethiere, so können Sie schon daraus auf die gemeinsame Abstammung aller dieser Wirbelthiere mit voller Sicherheit schließen. Der Grad der inneren Formverwandtschaft enthüllt Ihnen hier, wie überall, den Grad der Blutsverwandtschaft.

Sechzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geschichte des Protistenreichs.

Especielle Durchführung der Descendenztheorie in dem natürlichen System der Organismen. Construction der Stammbäume. Abstammung aller mehrzelligen Organismen von einzelligen. Abstammung der Zellen von Moneren. Begriff der organischen Stämme oder Phylen. Zahl der Stämme des Thierreichs und des Pflanzenreichs. Einheitliche oder monophyletische und vielheitliche oder polyphyletische Descendenzhypothese. Das Reich der Protisten oder Urwesen. Acht Klassen des Protistenreichs. Moneren. Amöboiden oder Protoplasten. Geißelschwärmer oder Flagellaten. Flimmerkugeln oder Katakanten. Labyrinthläufer oder Labyrinthuleen. Kieselzellen oder Diatomeen. Schleimpilze oder Myxomyceten. Wurzelfilfer oder Rhizopoden. Bemerkungen zur allgemeinen Naturgeschichte der Protisten: Ihre Lebenserscheinungen, chemische Zusammensetzung und Formbildung (Individualität und Grundform). Phylogenie des Protistenreichs.

Meine Herren! Durch die denkende Vergleichung der individuellen und paläontologischen Entwicklung, sowie durch die vergleichende Anatomie der Organismen, durch die vergleichende Betrachtung ihrer entwickelten Formverhältnisse, gelangen wir zur Erkenntniß ihrer stufenweis verschiedenen Formverwandtschaft. Dadurch gewinnen wir aber zugleich einen Einblick in ihre wahre Blutsverwandtschaft, welche nach der Descendenztheorie der eigentliche Grund der Formverwandtschaft ist. Wir gelangen also, indem wir die empirischen Resultate der Embryologie, Paläontologie und Anatomie zusammenstellen, vergleichen, und zur gegenseitigen Ergänzung benutzen, zur annähernden Erkenntniß des natürlichen Systems, welches nach

unserer Ansicht der Stammbaum der Organismen ist. Allerdings bleibt unser menschliches Wissen, wie überall, so ganz besonders hier, nur Stückwerk, schon wegen der außerordentlichen Unvollständigkeit und Lückenhaftigkeit der empirischen Schöpfungsurkunden. Indessen dürfen wir uns dadurch nicht abschrecken lassen, jene höchste Aufgabe der Biologie in Angriff zu nehmen. Lassen Sie uns vielmehr sehen, wie weit es schon jetzt möglich ist, trotz des unvollkommenen Zustandes unserer embryologischen, paläontologischen und anatomischen Kenntnisse, eine annähernde Hypothese von dem verwandtschaftlichen Zusammenhang der Organismen aufzustellen.

Darwin giebt uns in seinen Werken auf diese speciellen Fragen der Descendenztheorie keine Antwort. Er äußert nur gelegentlich seine Vermuthung, „daß die Thiere von höchstens vier oder fünf, und die Pflanzen von eben so vielen oder noch weniger Stammarten herrühren.“ Da aber auch diese wenigen Hauptformen noch Spuren von verwandtschaftlicher Verkettung zeigen, und da selbst Pflanzen- und Thierreich durch vermittelnde Uebergangsformen verbunden sind, so gelangt er weiterhin zu der Annahme, „daß wahrscheinlich alle organischen Wesen, die jemals auf dieser Erde gelebt, von irgend einer Urform abstammen, welcher das Leben zuerst vom Schöpfer eingehaucht worden ist.“ Gleich Darwin haben auch alle anderen Anhänger der Descendenztheorie dieselbe bloß im Allgemeinen behandelt, und nicht den Versuch gemacht, sie auch speciell durchzuführen, und das „natürliche System“ wirklich als „Stammbaum der Organismen“ zu behandeln. Wenn wir daher hier dieses schwierige Unternehmen wagen, so müssen wir uns ganz auf unsere eigenen Füße stellen.

Ich habe vor sechs Jahren in der systematischen Einleitung zu meiner allgemeinen Entwicklungsgeschichte (im zweiten Bande der generellen Morphologie) eine Anzahl von hypothetischen Stammtafeln für die größeren Organismengruppen aufgestellt, und damit thatsächlich den ersten Versuch gemacht, die Stammbäume der Organismen in der Weise, wie es die Entwicklungstheorie erfordert, wirk-

lich zu construiren. Dabei war ich mir der außerordentlichen Schwierigkeiten dieser Aufgabe vollkommen bewußt. Indem ich trotz aller abschreckenden Hindernisse dieselbe dennoch in Angriff nahm, beanspruchte ich weiter Nichts als den ersten Versuch gemacht und zu weiteren und besseren Versuchen angeregt zu haben. Vermuthlich werden die meisten Zoologen und Botaniker von diesem Anfang sehr wenig befriedigt gewesen sein, und am wenigsten in dem engen Specialgebiete, in welchem ein Jeder besonders arbeitet. Allein wenn irgendwo, so ist gewiß hier das Tadeln viel leichter als das Bessermachen, und daß bisher noch kein Naturforscher meine Stammbäume durch bessere oder überhaupt durch andere ersetzt hat, beweist am besten die ungeheure Schwierigkeit der unendlich verwickelten Aufgabe. Aber gleich allen anderen wissenschaftlichen Hypothesen, welche zur Erklärung der Thatfachen dienen, werden auch meine genealogischen Hypothesen so lange auf Berücksichtigung Anspruch machen dürfen, bis sie durch bessere ersetzt werden.

Hoffentlich wird dieser Ersatz recht bald geschehen, und ich wünschte Nichts mehr, als daß mein erster Versuch recht viele Naturforscher anregen möchte, wenigstens auf dem engen, ihnen genau bekannten Specialgebiete des Thier- oder Pflanzenreichs die genaueren Stammbäume für einzelne Gruppen aufzustellen. Durch zahlreiche derartige Versuche wird unsere genealogische Erkenntniß im Laufe der Zeit langsam fortschreiten, und mehr und mehr der Vollendung näher kommen, obwohl mit Bestimmtheit vorauszusehen ist, daß ein vollendeter Stammbaum niemals wird erreicht werden. Es fehlen uns und werden uns immer fehlen die unerläßlichen paläontologischen Grundlagen. Die ältesten Urkunden werden uns ewig verschlossen bleiben aus den früher bereits angeführten Ursachen. Die ältesten, durch Urzeugung entstandenen Organismen, die Stammeltern aller folgenden, müssen wir uns nothwendig als Moneren denken, als einfache weiche structurlose Eiweißklümpchen, ohne jede bestimmte Form, ohne irgend welche harte und geformte Theile. Diese und ihre nächsten Abkömmlinge waren daher der Erhaltung im versteinerten Zustande durchaus

nicht fähig. Ebenso fehlt uns aber aus den im letzten Vortrage ausführlich erörterten Gründen der bei weitem größte Theil von den zahllosen paläontologischen Dokumenten, die zur sicheren Durchführung der Stammesgeschichte oder Phylogenie, und zur wahren Erkenntniß der organischen Stammbäume eigentlich erforderlich wären. Wenn wir daher das Wagniß ihrer hypothetischen Construction dennoch unternehmen, so sind wir vor Allem auf die Unterstützung der beiden anderen Urkundenreihen hingewiesen, welche das paläontologische Archiv in wesentlichster Weise ergänzen, der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Ziehen wir diese höchst werthvollen Urkunden gehörig denkend und vergleichend zu Rathe, so machen wir zunächst die außerordentlich bedeutungsvolle Wahrnehmung, daß die allermeisten Organismen, insbesondere alle höheren Thiere und Pflanzen, aus einer Vielzahl von Zellen zusammengesetzt sind, ihren Ursprung aber aus einem Ei nehmen, und daß dieses Ei bei den Thieren ebenso wie bei den Pflanzen eine einzige ganz einfache Zelle ist: ein Klümpchen einer Eiweißverbindung, in welchem ein anderer eiweißartiger Körper, der Zellkern, eingeschlossen ist. Diese kernhaltige Zelle wächst und vergrößert sich. Durch Theilung bildet sie ein Zellenhäuschen, und aus diesem entstehen durch Arbeitstheilung in der früher beschriebenen Weise die vielfach verschiedenen Formen, welche die ausgebildeten Thier- und Pflanzenarten uns vor Augen führen. Dieser unendlich wichtige Vorgang, welchen wir alltäglich bei der embryologischen Entwicklung jedes thierischen und pflanzlichen Individuums mit unseren Augen Schritt für Schritt unmittelbar verfolgen können, und welchen wir in der Regel durchaus nicht mit der verdienten Ehrfurcht betrachten, belehrt uns sicherer und vollständiger, als alle Versteinerungen es thun könnten, über die ursprüngliche paläontologische Entwicklung aller mehrzelligen Organismen, aller höheren Thiere und Pflanzen. Denn da die Ontogenie oder die embryologische Entwicklung jedes einzelnen Individuums Nichts weiter ist, als eine Recapitulation der Phylogenie oder der paläontologischen Entwicklung seiner Vorfahrenkette, so können

wir daraus zunächst mit voller Sicherheit den ebenso einfachen als bedeutenden Schluß ziehen, daß alle mehrzelligen Thiere und Pflanzen ursprünglich von einzelligen Organismen abstammen. Die uralten primordialen Vorfahren des Menschen so gut wie aller anderen Thiere und aller aus vielen Zellen zusammengesetzten Pflanzen waren einfache, isolirt lebende Zellen. Dieses unschätzbare Geheimniß des organischen Stammbaums wird uns durch das Ei der Thiere und durch die wahre Eizelle der Pflanzen mit untrüglicher Sicherheit verrathen. Wenn die Gegner der Descendenztheorie uns entgegenhalten, es sei wunderbar und unbegreiflich, daß ein äußerst complicirter vielzelliger Organismus aus einem einfachen einzelligen Organismus im Laufe der Zeit hervorgegangen sei, so entgegenen wir einfach, daß wir dieses unglaubliche Wunder jeden Augenblick vor uns sehen und mit unseren Augen verfolgen können. Denn die Embryologie der Thiere und Pflanzen führt uns in kürzester Zeit denselben Vorgang greifbar vor Augen, welcher im Laufe ungeheurer Zeiträume bei der Entstehung des ganzen Stammes stattgefunden hat.

Auf Grund der embryologischen Urkunden können wir also mit voller Sicherheit behaupten, daß alle mehrzelligen Organismen eben so gut wie alle einzelligen ursprünglich von einfachen Zellen abstammen; hieran würde sich sehr natürlich der Schluß reihen, daß die älteste Wurzel des Thier- und Pflanzenreichs gemeinsam ist. Denn die verschiedenen uralten „Stammzellen“, aus denen sich die wenigen verschiedenen Hauptgruppen oder „Stämme“ (Phylen) des Thier- und Pflanzenreichs entwickelt haben, könnten ihre Verschiedenheit selbst erst erworben haben, und könnten selbst von einer gemeinsamen „Urstammzelle“ abstammen. Wo kommen aber jene wenigen „Stammzellen“ oder diese eine „Urstammzelle“ her? Zur Beantwortung dieser genealogischen Grundfrage müssen wir auf die früher erörterte Plastridentheorie und die Urzeugungshypothese zurückgreifen. (S. 309.)

Wie wir damals zeigten, können wir uns durch Urzeugung unmittelbar nicht Zellen entstanden denken, sondern nur Moneren, Urwesen der denkbar einfachsten Art, gleich den noch jetzt lebenden

Protamoeben, Protomyxen u. s. w. (S. 167, Fig. 1). Nur solche structurlose Schleimkörperchen, deren ganzer eiweißartiger Leib so gleichartig in sich wie ein anorganischer Krystall ist, und die dennoch die beiden organischen Grundfunctionen der Ernährung und Fortpflanzung vollziehen, konnten unmittelbar im Beginn der laurentischen Zeit aus anorganischer Materie durch Autogonie entstehen. Während einige Moneren auf der ursprünglichen einfachen Bildungsstufe verharrten, bildeten sich andere allmählich zu Zellen um, indem der innere Kern des Eiweißleibes sich von dem äußeren Zellstoff sonderte. Andererseits bildete sich durch Differenzirung der äußersten Zellstoffschicht sowohl um einfache (kernlose) Cytoden, als um nackte (aber kernhaltige) Zellen eine äußere Hülle (Membran oder Schale). Durch diese beiden Sonderungsvorgänge in dem einfachen Urschleim des Monerenleibes, durch die Bildung eines Kerns im Inneren, einer Hülle an der äußeren Oberfläche des Plasmakörpers, entstanden aus den ursprünglichen einfachsten Cytoden, den Moneren, jene vier verschiedenen Arten von Plastiden oder Individuen erster Ordnung, aus denen weiterhin alle übrigen Organismen durch Differenzirung und Zusammensetzung sich entwickeln konnten. (Vergl. oben S. 308.)

Hier wird sich Ihnen nun zunächst die Frage aufdrängen: Stammen alle organischen Cytoden und Zellen, und mithin auch jene Stammzellen, welche wir vorher als die Stammeltern der wenigen großen Hauptgruppen des Thier- und Pflanzenreichs betrachtet haben, von einer einzigen ursprünglichen Monerenform ab, oder giebt es mehrere verschiedene organische Stämme, deren jeder von einer eigenthümlichen, selbstständig durch Urzeugung entstandenen Monerenart abzuleiten ist. Mit anderen Worten: Ist die ganze organische Welt gemeinsamen Ursprungs, oder verdankt sie mehrfachen Urzeugungsakten ihre Entstehung? Diese genealogische Grundfrage scheint auf den ersten Blick ein außerordentliches Gewicht zu haben. Indessen werden Sie bei näherer Betrachtung bald sehen, daß sie dasselbe nicht besitzt, vielmehr im Grunde von sehr untergeordneter Bedeutung ist.

Lassen Sie uns hier zunächst den Begriff des organischen Stammes näher in's Auge fassen und fest begrenzen. Wir verstehen unter Stamm oder Phylum die Gesamtheit aller derjenigen Organismen, deren Blutsverwandtschaft, deren Abstammung von einer gemeinsamen Stammform aus anatomischen und entwickelungsgeschichtlichen Gründen nicht zweifelhaft sein kann, oder doch wenigstens in hohem Maße wahrscheinlich ist. Unsere Stämme oder Phylen fallen also wesentlich dem Begriffe nach zusammen mit jenen wenigen „großen Klassen“ oder „Hauptklassen“, von denen auch Darwin glaubt, daß eine jede nur blutsverwandte Organismen enthält, und von denen er sowohl im Thierreich als im Pflanzenreich nur sehr wenige, in jedem Reiche etwa vier bis fünf annimmt. Im Thierreich würden diese Stämme im Wesentlichen mit jenen vier bis sechs Hauptabtheilungen zusammenfallen, welche die Zoologen seit Bär und Cuvier als „Hauptformen, Generalpläne, Zweige oder Kreise“ des Thierreichs unterscheiden (vergl. S. 48). Bär und Cuvier unterscheiden deren nur vier, nämlich 1. die Wirbelthiere (Vertebrata); 2. die Gliederthiere (Articulata); 3. die Weichthiere (Mollusca) und 4. die Strahlthiere (Radiata). Gegenwärtig unterscheidet man gewöhnlich sechs, indem man den Stamm der Gliederthiere in die beiden Stämme der Gliederfüßer (Arthropoda) und der Würmer (Vermes) trennt, und ebenso den Stamm der Strahlthiere in die beiden Stämme der Sternthiere (Echinoderma) und der Pflanzenthiere (Zoophyta) zerlegt. Innerhalb jedes dieser sechs Stämme zeigen alle dazu gehörigen Thiere trotz großer Mannichfaltigkeit in der äußeren Form und im inneren Bau dennoch so zahlreiche und wichtige gemeinsame Grundzüge, daß wir an ihrer Blutsverwandtschaft nicht zweifeln können. Dasselbe gilt auch von den sechs großen Hauptklassen, welche die neuere Botanik im Pflanzenreiche unterscheidet, nämlich 1. die Blumenpflanzen (Phanerogamae); 2. die Farne (Filicinae); 3. die Moose (Muscinae); 4. die Flechten (Lichenes); 5. die Pilze (Fungi) und 6. die Lauge (Algae). Die letzten drei Gruppen zeigen selbst wiederum unter sich

so nahe Beziehungen, daß man sie als Thalluspflanzen (Thallophyta) den drei ersten Hauptklassen gegenüber stellen, und somit die Zahl der Phylen oder Hauptgruppen des Pflanzenreichs auf vier beschränken könnte. Auch Moose und Farne könnte man als Prothalluspflanzen (Prothallophyta) zusammenfassen und dadurch die Zahl der Pflanzenstämme auf drei erniedrigen: Blumenpflanzen, Prothalluspflanzen und Thalluspflanzen.

Nun sprechen aber sehr gewichtige Thatsachen der Anatomie und der Entwicklungsgeschichte sowohl im Thierreich als im Pflanzenreich für die Vermuthung, daß auch diese wenigen Hauptklassen oder Stämme noch an ihrer Wurzel zusammenhängen, d. h. daß ihre niedersten und ältesten Stammformen unter sich wiederum blutsverwandt sind. Ja bei weiter gehender Untersuchung werden wir noch einen Schritt weiter und zu Darwin's Annahme hingedrängt, daß auch die beiden Stammbäume des Thier- und Pflanzenreichs an ihrer tiefsten Wurzel zusammenhängen, daß auch die niedersten und ältesten Thiere und Pflanzen von einem einzigen gemeinsamen Urwesen abstammen. Natürlich könnte nach unserer Ansicht dieser gemeinsame Urorganismus nur ein durch Urzeugung entstandenes Moner sein.

Vorsichtiger werden wir vorläufig jedenfalls verfahren, wenn wir diesen letzten Schritt noch vermeiden, und wahre Blutsverwandtschaft nur innerhalb jedes Stammes oder Phylum annehmen, wo sie durch die Thatsachen der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Phylogenie unzweifelhaft sicher gestellt wird. Aber schon jetzt können wir bei dieser Gelegenheit darauf hinweisen, daß zwei verschiedene Grundformen der genealogischen Hypothesen möglich sind, und daß alle verschiedenen Untersuchungen der Descendenztheorie über den Ursprung der organischen Formengruppen sich künftig entweder mehr in der einen oder mehr in der anderen von diesen beiden Richtungen bewegen werden. Die einheitliche (einstämmige oder monophyletische) Abstammungshypothese wird bestrebt sein, den ersten Ursprung sowohl aller einzelnen Organismengruppen als auch der Gesamtheit derselben auf eine einzige gemeinsame, durch Urzeugung entstandene

Monerenart zurückzuführen (S. 398). Die vielheitliche (vielfstämmige oder polyphyletische) Descendenzhypothese dagegen wird annehmen, daß mehrere verschiedene Monerenarten durch Urzeugung entstanden sind, und daß diese mehreren verschiedenen Hauptklassen (Stämmen oder Phylen) den Ursprung gegeben haben (S. 399). Im Grunde ist der scheinbar sehr bedeutende Gegensatz zwischen diesen beiden Hypothesen von sehr geringer Wichtigkeit. Denn beide, sowohl die einheitliche oder monophyletische, als die vielheitliche oder polyphyletische Descendenzhypothese, müssen nothwendig auf Moneren als auf die älteste Wurzel des einen oder der vielen organischen Stämme zurückgehen. Da aber der ganze Körper aller Moneren nur aus einer einfachen, structurlosen und formlosen Masse, einer eiweißartigen Kohlenstoffverbindung besteht, so können die Unterschiede der verschiedenen Moneren nur chemischer Natur sein und nur in einer verschiedenen atomistischen Zusammensetzung jener schleimartigen Eiweißverbindung bestehen. Diese feinen und verwickelten Mischungsverschiedenheiten der unendlich mannichfaltig zusammengesetzten Eiweißverbindungen sind aber vorläufig für die rohen und groben Erkenntnißmittel des Menschen gar nicht erkennbar, und daher auch für unsere vorliegende Aufgabe zunächst von weiter keinem Interesse.

Die Frage von dem einheitlichen oder vielheitlichen Ursprung wird sich auch innerhalb jedes einzelnen Stammes immer wiederholen, wo es sich um den Ursprung einer kleineren oder größeren Gruppe handelt. Im Pflanzenreiche z. B. werden die einen Botaniker mehr geneigt sein, die sämtlichen Blumenpflanzen von einer einzigen Farnform abzuleiten, während die anderen die Vorstellung vorziehen werden, daß mehrere verschiedene Phanerogamengruppen aus mehreren verschiedenen Farngruppen hervorgegangen sind. Ebenso werden im Thierreiche die einen Zoologen mehr zu Gunsten der Annahme sein, daß sämtliche placentalen Säugethiere von einer einzigen Beuteltierform abstammen, die anderen dagegen mehr zu Gunsten der entgegengesetzten Annahme, daß mehrere verschiedene Gruppen von Placentalthieren aus mehreren verschiedenen Beuteltiergruppen hervorgegangen

sind. Was das Menschengeschlecht selbst betrifft, so werden die Einen den Ursprung desselben aus einer einzigen Affenform vorziehen, während die Anderen sich mehr zu der Vorstellung neigen werden, daß mehrere verschiedene Menschenarten unabhängig von einander aus mehreren verschiedenen Affenarten entstanden sind. Ohne uns hier schon bestimmt für die eine oder die andere Auffassung auszusprechen, wollen wir dennoch die Bemerkung nicht unterdrücken, daß im Allgemeinen die einstämmigen oder monophyletischen Descendenzhypothesen den Vorzug vor den vielstämmigen oder polyphyletischen Abstammungshypothesen verdienen. Dem früher erörterten chorologischen Satze von dem einfachen „Schöpfungsmittelpunkte“ oder der einzigen Urheimath der meisten Species entsprechend, werden wir annehmen dürfen, daß auch die Stammform einer jeden größeren und kleineren natürlichen Gruppe nur einmal im Laufe der Zeit und nur an einem Orte der Erde entstanden ist. Insbesondere darf man für alle einigermaßen differenzirten und höher entwickelten Gruppen des Thier- und Pflanzenreichs diese einfache Stammeswurzel, diesen monophyletischen Ursprung als gesichert annehmen (vergl. S. 313). Dagegen ist es sehr wohl möglich, daß die entwickeltere Descendenztheorie der Zukunft den polyphyletischen Ursprung für viele sehr niedere und unvollkommene Gruppen der beiden organischen Reiche nachweisen wird.

Aus diesem Grunde halte ich es für das Beste, gegenwärtig für das Thierreich einerseits, für das Pflanzenreich andererseits eine einstämmige oder monophyletische Descendenzhypothese anzunehmen. Hiernach würden also die oben genannten sechs Stämme oder Phylen des Thierreichs an ihrer untersten Wurzel zusammenhängen, und ebenso die erwähnten drei bis sechs Hauptklassen oder Phylen des Pflanzenreichs von einer gemeinsamen ältesten Stammform abzuleiten sein. Wie der Zusammenhang dieser Stämme zu denken ist, werde ich in den nächsten Vorträgen erläutern. Zunächst aber müssen wir uns hier noch mit einer sehr merkwürdigen Gruppe von Organismen beschäftigen, welche weder in den Stammbaum des

Pflanzenreichs, noch in den Stammbaum des Thierreichs ohne künstlichen Zwang eingereiht werden können. Diese interessanten und wichtigen Organismen sind die Urwesen oder Protisten.

Sämmtliche Organismen, welche wir als Protisten zusammenfassen, zeigen in ihrer äußeren Form, in ihrem inneren Bau und in ihren gesammten Lebenserscheinungen eine so merkwürdige Mischung von thierischen und pflanzlichen Eigenschaften, daß sie mit klarem Rechte weder dem Thierreiche, noch dem Pflanzenreiche zugetheilt werden können, und daß seit mehr als zwanzig Jahren ein endloser und fruchtloser Streit darüber geführt wird, ob sie in jenes oder in dieses einzuordnen seien. Die meisten Protisten oder Urwesen sind von so geringer Größe, daß man sie mit bloßem Auge nur schwer oder gar nicht wahrnehmen kann. Daher ist die Mehrzahl derselben erst im Laufe der letzten fünfzig Jahre bekannt geworden, seit man mit Hülfe der verbesserten und allgemein verbreiteten Mikroskope diese winzigen Organismen häufiger beobachtete und genauer untersuchte. Aber sobald man dadurch näher mit ihnen vertraut wurde, erhoben sich auch alsbald endlose Streitigkeiten über ihre eigentliche Natur und ihre Stellung im natürlichen Systeme der Organismen. Viele von diesen zweifelhaften Urwesen wurden von den Botanikern für Thiere, von den Zoologen für Pflanzen erklärt; es wollte sie keiner von Beiden haben. Andere wurden umgekehrt sowohl von den Botanikern für Pflanzen, als von den Zoologen für Thiere erklärt; jeder wollte sie haben. Diese Widersprüche sind nicht etwa durch unsere unvollkommene Kenntniß der Protisten, sondern wirklich durch ihre wahre Natur bedingt. In der That zeigen die meisten Protisten eine so bunte Vermischung von mancherlei thierischen und pflanzlichen Charakteren, daß es lediglich der Willkür des einzelnen Beobachters überlassen bleibt, ob er sie dem Thier- oder Pflanzenreich einreihen will. Je nachdem er diese beiden Reiche definirt, je nachdem er diesen oder jenen Charakter als bestimmend für die Thiernatur oder für die Pflanzennatur ansieht, wird er die einzelnen Protistenklassen bald dem Thierreiche bald dem Pflanzenreiche zuertheilen. Diese systematische Schwierigkeit ist aber dadurch

zu einem ganz unauflösblichen Knoten geworden, daß alle neueren Untersuchungen über die niedersten Organismen die bisher übliche scharfe Grenze zwischen Thier- und Pflanzenreich völlig verwischt, oder wenigstens dergestalt zerstört haben, daß ihre Wiederherstellung nur mittelst einer ganz künstlichen Definition beider Reiche möglich ist. Aber auch in diese Definition wollen viele Protisten durchaus nicht hineinpassen.

Aus diesen und vielen anderen Gründen ist es jedenfalls, wenigstens vorläufig das Beste, die zweifelhaften Zwitterwesen sowohl aus dem Thierreiche als aus dem Pflanzenreiche auszuweisen, und in einem zwischen beiden mitten inne stehenden dritten organischen Reiche zu vereinigen. Dieses vermittelnde Zwischenreich habe ich als Reich der Urwesen (Protista) in meiner allgemeinen Anatomie (im ersten Bande der generellen Morphologie) ausführlich begründet (Gen. Morph. I, S. 191—238). In meiner Monographie der Moneren¹⁵⁾ habe ich kürzlich dasselbe in etwas veränderter Begrenzung und in schärferer Definition erläutert. Als selbstständige Klassen des Protistenreichs kann man gegenwärtig etwa folgende acht Gruppen ansehen: 1. die noch gegenwärtig lebenden Moneren; 2. die Amoeboiden oder Protoplasten; 3. die Geißelschwärmer oder Flagellaten; 4. die Flimmerkugeln oder Katallakten; 5. die Labyrinthläufer oder Labyrinthuleen; 6. die Kieselzellen oder Diatomeen; 7. die Schleimpilze oder Myxomyceten; 8. die Wurzelsüßer oder Rhizopoden.

Die wichtigsten Gruppen, welche gegenwärtig in diesen acht Protistenklassen unterschieden werden können, sind in der nachstehenden systematischen Tabelle (S. 377) namentlich angeführt. Wahrscheinlich wird die Anzahl dieser Protisten durch die fortschreitenden Untersuchungen über die Ontogenie der einfachsten Lebensformen, die erst seit kurzer Zeit mit größerem Eifer betrieben werden, in Zukunft noch beträchtlich vermehrt werden. Mit den meisten der genannten Klassen ist man erst in den letzten zehn Jahren genauer bekannt geworden. Die höchst interessanten Moneren und Labyrinthuleen, sowie die Katallakten, sind sogar erst vor wenigen Jahren überhaupt entdeckt worden. Wahrscheinlich sind auch sehr zahlreiche Protistengruppen in früheren Perio-

den ausgestorben, ohne uns bei ihrer größtentheils sehr weichen Körperbeschaffenheit fossile Reste hinterlassen zu haben. Von den jetzt noch lebenden niedersten Organismengruppen könnte man dem Protistenreiche auch noch vier andere Klassen anschließen, nämlich einerseits 9. die Phykochromalgen oder Phykochromaceen und 10. die Pilze oder Fungen; andererseits 11. die Schwämme oder Spongien und 12. die Meerleuchten oder Noctiluken. Indessen erscheint es (für unsere Betrachtung hier wenigstens) vortheilhafter, die beiden letzten Klassen im Thierreich, die beiden ersteren im Pflanzenreich stehen zu lassen.

Der Stammbaum des Protistenreichs ist noch in das tiefste Dunkel gehüllt. Die eigenthümliche Verbindung von thierischen und pflanzlichen Eigenschaften, der indifferente und unbestimmte Charakter ihrer Formverhältnisse und Lebenserscheinungen, dabei andererseits eine Anzahl von mehreren, ganz eigenthümlichen Merkmalen, welche die meisten der genannten Klassen scharf von den anderen trennen, vereiteln vorläufig noch jeden Versuch, ihre Blutsverwandtschaft untereinander, oder mit den niedersten Thieren einerseits, mit den niedersten Pflanzen andererseits, bestimmter zu erkennen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die genannten und noch viele andere uns unbekanntere Protistenklassen ganz selbstständige organische Stämme oder Phylen darstellen, deren jeder sich aus einer, vielleicht sogar aus mehreren, durch Urzeugung entstandenen Moneren unabhängig entwickelt hat. Will man dieser vielstämmigen oder polyphyletischen Descendenzhypothese nicht beipflichten, und zieht man die einstämmige oder monophyletische Annahme von der Blutsverwandtschaft aller Organismen vor, so wird man die verschiedenen Protistenklassen als niedere Wurzelschößlinge zu betrachten haben, aus derselben einfachen Monerenwurzel herausprossend, aus welcher die beiden mächtigen und vielverzweigten Stammbäume einerseits des Thierreichs, andererseits des Pflanzenreichs entstanden sind. (Vergl. S. 398 und 399). Bevor ich Ihnen diese schwierige Frage näher erläutere, wird es wohl passend sein, noch Einiges über den Inhalt der vorstehend angeführten Protistenklassen und ihre allgemeine Naturgeschichte vorauszuschicken.

Systematische Uebersicht
über die
größeren und kleineren Gruppen des Protistenreichs.

Klassen des Protisten- reichs.	Systematischer Name der Klassen.	Ordnungen oder Familien der Klassen.	Ein Gattungs- name als Beispiel.
1. Moneren	} Monera	1. Gymnomonera	Protogenes
		2. Lepomonera	Protomyxa
2. Protozoen	} Amoeboida	1. Gymnamoebae	Amoeba
		2. Lepamoebae	Arcella
		3. Gregarinae	Monocystis
3. Geißelschwärmer	} Flagellata	1. Nudiflagellata	Euglena
		2. Cilioflagellata	Peridinium
4. Stimmertugeln	Catallacta	1. Catallacta	Magosphaera
5. Labyrinthläufer	Labyrinthuleae	1. Labyrinthuleae	Labyrinthula
6. Kieselzellen	} Diatomea	1. Striata	Navicula
		2. Vittata	Tabellaria
		3. Areolata	Coscinodiscus
7. Schleimpilze	} Myxomycetes	1. Physareae	Aethalium
		2. Stemoniteae	Stemonitis
		3. Trichiaceae	Arcyria
		4. Lycogaleae	Reticularia
8. Wurzelfüßer oder Rhizopoden	} I. Acyttaria	1. Monothalamia	Gromia
		2. Polythalamia	Nummulina
	} II. Heliozoa	1. Heliozoa	Actinosphaerium
} III. Radiolaria		1. Monocyttaria	Cyrtidosphaera
		2. Polycyttaria	Collosphaera.

Daß ich hier wieder mit den merkwürdigen Moneren (Monera) als erster Klasse des Protistenreichs beginne, wird Ihnen vielleicht seltsam vorkommen, da ich ja Moneren als die ältesten Stammformen aller Organismen ohne Ausnahme ansehe. Allein was sollen wir sonst mit den gegenwärtig noch lebenden Moneren anfangen? Wir wissen Nichts von ihrem paläontologischen Ursprung, wir wissen Nichts von irgend welchen Beziehungen derselben zu niederen Thieren oder Pflanzen, wir wissen Nichts von ihrer möglichen Entwicklungsfähigkeit zu höheren Organismen. Das strukturlose und homogene Schleimklümpchen, welches ihren ganzen Körper bildet (Fig. 8), ist

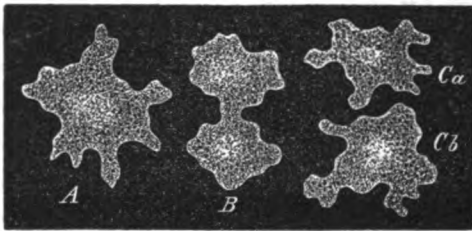


Fig. 8. *Protamoeba primitiva*, ein Moner des süßen Wassers, stark vergrößert. A. Das ganze Moner mit seinen formwechselnden Fortsätzen. B. Dasselbe beginnt sich in zwei Hälften zu theilen. C. Die Trennung der beiden Hälften ist vollständig geworden und jede stellt nun ein selbstständiges Individuum dar.

ebenso die älteste und ursprünglichste Grundlage der thierischen wie der pflanzlichen Plastiden. Offenbar würde es daher ebenso willkürlich und grundlos sein, wenn man sie dem Thierreiche, als wenn man sie dem Pflanzenreiche anschließen wollte. Jedenfalls verfahren wir vorläufig am vorsichtigsten und am meisten kritisch, wenn wir die gegenwärtig noch lebenden Moneren, deren Zahl und Verbreitung vielleicht sehr groß ist, als eine ganz besondere selbstständige Klasse zusammenfassen, welche wir allen übrigen Klassen sowohl des Protistenreichs, als des Pflanzenreichs und des Thierreichs gegenüber stellen. Durch die vollkommene Gleichartigkeit ihrer ganzen eirweissartigen Körpermasse, durch den völligen Mangel einer Zusammensetzung aus ungleichartigen Theilchen schließen sich, rein morphologisch betrachtet, die Moneren näher an die Anorgane als an die Organismen an, und vermitteln offenbar

den Uebergang zwischen anorganischer und organischer Körperwelt, wie ihn die Hypothese der Urzeugung annimmt. Die Formen und die Lebenserscheinungen der jetzt noch lebenden Moneren (Protamoeba, Protogenes, Protomyxa etc.) habe ich in meiner „Monographie der Moneren“¹⁵⁾ ausführlich beschrieben und abgebildet, auch das Wichtigste davon kurz im achten Vortrage angeführt (S. 164—167). Daher wiederhole ich hier nur als Beispiel die Abbildung der süßwasserbewohnenden Protamöba (Fig. 8). Die Lebensgeschichte der orangerothen Protomyxa aurantiaca, welche ich auf der canarischen Insel Lanzarote beobachtet habe, ist auf dem Titelblatt abgebildet (Vergl. die Erklärung desselben im Anhang). Außerdem füge ich hier noch die Abbildung einer Form des Bathybius hinzu, jenes merkwürdigen von Huxley entdeckten Moneres, das in Gestalt von nackten Protoplasma-Klumpen und Schleimnetzen die größten Meeres-tiefen bewohnt (S. 165).

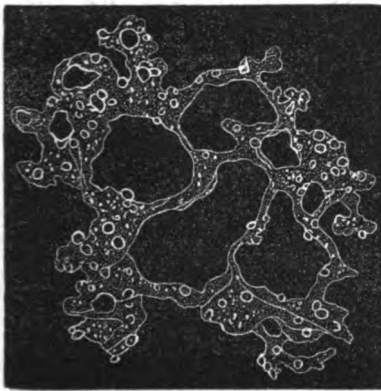


Fig. 9. Bathybius Haeckelii, das „Muschleim-Wesen“ der größten Meeres-tiefen. Die Figur zeigt in starker Vergrößerung bloß jene Form des Bathybius, welche ein nacktes Protoplasma-Netzwerk darstellt, ohne die Distolithen und Cyatholithen, welche in anderen Formen desselben Moneres gefunden werden, und welche wahrscheinlich als Ausscheidungs-Producte desselben anzusehen sind.

Nicht weniger genealogische Schwierigkeiten, als die Moneren, bieten uns die Amöben der Gegenwart, und die ihnen nächstverwandten Organismen (Arcelliden und Gregarinen), welche wir hier als eine zweite Protistenklasse unter dem Namen der Amöboiden (Protoplasta) zusammenfassen. Man stellt diese Urwesen jetzt gewöhnlich in das Thierreich, ohne daß man eigentlich einsieht, warum? Denn einfache nackte Zellen, d. h. hüllenlose und kernfüh-

rende Plastiden, kommen eben sowohl bei echten Pflanzen, als bei echten Thieren vor. Die Fortpflanzungszellen z. B. von vielen Algen (Sporen und Eier) existiren längere oder kürzere Zeit im Wasser in Form von nackten, kernhaltigen Zellen, die von den nackten Eiern mancher Thiere (z. B. der Siphonophoren-Medusen) geradezu nicht zu unterscheiden sind. (Vergl. die Abbildung vom nackten Ei des Blasentangs im XVII. Vortrag, S. 412). Eigentlich ist jede nackte einfache Zelle, gleichviel ob sie aus dem Thier- oder Pflanzenkörper kommt, von einer selbstständigen Amöbe nicht wesentlich verschieden. Denn diese letztere ist selbst Nichts weiter als eine einfache Urzelle, ein nacktes Klümpchen von Zellstoff oder Plasma, welches einen Kern enthält. Die Zusammenziehungsfähigkeit oder Contractilität dieses Plasma aber, welche die freie Amöbe im Ausstrecken und Einziehen formwechselnder Fortsätze zeigt, ist eine allgemeine Lebens-eigenschaft des organischen Plasma eben sowohl in den thierischen wie in den pflanzlichen Plastiden. Wenn eine frei bewegliche, ihre Form beständig ändernde Amöbe in den Ruhezustand übergeht, so zieht sie sich kugelig zusammen und umgibt sich mit einer ausgeschwizten Membran. Dann ist sie der Form nach ebenso wenig von einem thierischen Ei als von einer einfachen kugeligen Pflanzenzelle zu unterscheiden (Fig. 10 A).

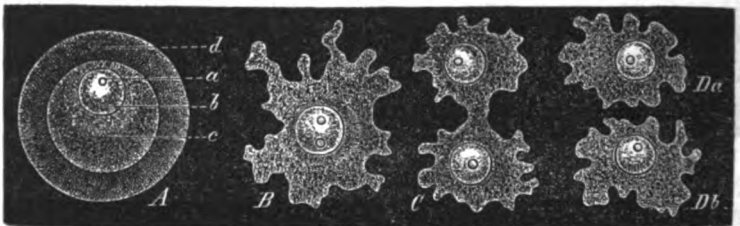


Fig. 10. *Amoeba sphaerococcus* (eine Amöbenform des süßen Wassers ohne contractile Blase) stark vergrößert. A. Die eingekapselte Amöbe im Ruhezustand, bestehend aus einem kugeligen Plasmaklumpen (c), welcher einen Kern (b) nebst Kernkörperchen (a) einschließt. Die einfache Zelle ist von einer Hülle oder Zellmembran (d) umschlossen. B. Die freie Amöbe, welche die Hülle oder Zellhaut gesprengt und verlassen hat. C. Dieselbe beginnt sich zu theilen, indem ihr Kern

in zwei Kerne zerfällt und der Zellstoff zwischen beiden sich einschnürt. D. Die Theilung ist vollendet, indem auch der Zellstoff vollständig in zwei Hälften zerfallen ist (Da und Db).

Nackte kernhaltige Zellen, gleich den in Fig. 10B abgebildeten, welche in beständigem Wechsel formlose fingerähnliche Fortsätze ausstrecken und wieder einziehen, und welche man deshalb als Amoeben bezeichnet, finden sich vielfach und sehr weit verbreitet im süßen Wasser und im Meere, ja sogar auf dem Lande kriechend vor. Dieselben nehmen ihre Nahrung in derselben Weise auf, wie es früher (S. 166) von den Protamoeben beschrieben wurde. Bisweilen kann man ihre Fortpflanzung durch Theilung (Fig. 10C, D) beobachten, die ich bereits in einem früheren Vortrage Ihnen geschildert habe (S. 169). Viele von diesen formlosen Amoeben sind neuerdings als jugendliche Entwicklungszustände von anderen Protisten (namentlich den Myxomyceten) oder als abgelöste Zellen von niederen Thieren und Pflanzen erkannt worden. Die farblosen Blutzellen der Thiere z. B., auch die im menschlichen Blute, sind von Amoeben nicht zu unterscheiden. Sie können gleich diesen feste Körperchen in ihr Inneres aufnehmen, wie ich zuerst durch Fütterung derselben mit feingetheilten Farbstoffen nachgewiesen habe (Gen. Morph. I, 271). Andere Amoeben dagegen (wie die in Fig. 10 abgebildete) scheinen selbstständige „gute Species“ zu sein, indem sie sich viele Generationen hindurch unverändert fortpflanzen. Außer den eigentlichen oder nackten Amoeben (*Gymnamoebae*) finden wir weitverbreitet, besonders im süßen Wasser, auch beschaltete Amoeben (*Lepamoebae*), deren nackter Plasma Leib theilweis durch eine mehr oder weniger feste Schale (*Arcella*) oder selbst ein aus Steinchen zusammengeklebtes Gehäuse (*Diffugia*) geschützt ist. Endlich finden wir im Leibe von vielen niederen Thieren vielfach schmarozende Amoeben vor (*Gregarinae*), welche durch Anpassung an das Schmarozlerleben ihren ganzen Plasmakörper mit einer vollständig geschlossenen Haut umhüllt haben.

Die einfachen nackten Amoeben sind für die gesammte Biologie, und insbesondere für die allgemeine Genealogie, nächst den Mone-

ren die wichtigsten von allen Organismen. Denn offenbar entstanden die Amoeben ursprünglich aus einfachen Moneren (Protamoeba) dadurch, daß der erste wichtige Sonderungsvorgang in ihrem homogenen Schleimkörper stattfand, die Differenzirung des inneren Kerns von dem umgebenden Plasma. Dadurch war der große Fortschritt von einer einfachen (kernlosen) Cytode zu einer echten (kernhaltigen) Zelle geschehen (vergl. Fig. 8A und Fig. 10B). Indem einige von diesen Zellen sich frühzeitig durch Ausschmüzung einer erstarrenden Membran abkapselten, bildeten sie die ersten Pflanzenzellen, während andere, nackt bleibende, sich zu den ersten Zellen des Thierkörpers entwickeln konnten. In der Anwesenheit oder dem Mangel einer umhüllenden starren Membran liegt der wichtigste, obwohl keineswegs durchgreifende Formunterschied der pflanzlichen und der thierischen Zellen. Indem die Pflanzenzellen sich schon frühzeitig durch Einschließung in ihre starre, dicke und feste Cellulose-Schale abkapseln, gleich der ruhenden Amoebe, Fig. 10A, bleiben sie selbstständiger und den Einflüssen der Außenwelt weniger zugänglich, als die weichen, meistens nackten oder nur von einer dünnen und biegsamen Haut umhüllten Thierzellen. Daher vermögen aber auch die ersteren nicht so wie die letzteren zur Bildung höherer, zusammengesetzter Gewebetheile, z. B. Nervenfasern, Muskelfasern zusammenzutreten. Zugleich wird sich bei den ältesten einzelligen Organismen schon frühzeitig der wichtigste Unterschied in der thierischen und pflanzlichen Nahrungsaufnahme ausgebildet haben. Die ältesten einzelligen Thiere konnten als nackte Zellen, so gut wie die freien Amoeben (Fig. 10B) und die farblosen Blutzellen, feste Körperchen in das Innere ihres weichen Leibes aufnehmen, während die ältesten einzelligen Pflanzen, durch ihre Membran abgekapselt, hierzu nicht mehr fähig waren und bloß flüssige Nahrung (mittels Diffusion) durch dieselbe durchtreten lassen konnten.

Nicht minder zweifelhaft als die Natur der Amoeben ist diejenige der Geißelschwärmer (Flagellata), welche wir als eine dritte Klasse des Protistenreichs betrachten. Auch diese zeigt gleich nahe und

wichtige Beziehungen zum Pflanzenreich wie zum Thierreich. Einige Flagellaten sind von den frei beweglichen Jugendzuständen echter Pflanzen, namentlich den Schwärmsporen vieler Lauge, nicht zu unterscheiden, während andere sich unmittelbar den echten Thieren, und zwar den bewimperten Infusorien (Ciliata) anschließen. Die



Fig. 11. Ein einzelner Geißelschwärmer (*Euglena striata*) stark vergrößert. Oben ist die fadenförmige schwingende Geißel sichtbar, in der Mitte der runde Zellkern mit seinem Kernkörperchen.

Geißelschwärmer sind einfache Zellen, welche entweder einzeln (Fig. 11) oder zu Colonien vereinigt im süßen und salzigen Wasser leben. Ihr charakteristischer Körpertheil ist ein sehr beweglicher, einfacher oder mehrfacher, peitschenförmiger Anhang (Geißel oder Flagellum), mittelst dessen sie lebhaft im Wasser umherschwärmen. Die Klasse zerfällt in zwei Ordnungen. Bei den bewimperten Geißelschwärmern (Cilioflagellata) ist außer der langen Geißel auch noch ein Kranz von kurzen Wimpern vorhanden, welcher den unbewimperten Geißelschwärmern (Nudoflagellata) fehlt. Zu den ersteren gehören namentlich die kieselchaligen gelben Peridinnien, welche sich an dem Leuchten des Meeres stark betheiligen, zu den letzteren die grünen Euglenen, welche oft durch ihre ungeheuren Individuenmassen unsere Teiche im Frühjahr ganz grün färben.

Eine sehr merkwürdige neue Protistenform, welche ich Flimmerkugel (*Magosphaera*) genannt habe, ist erst vor drei Jahren (im September 1869) von mir an der norwegischen Küste entdeckt und in meinen biologischen Studien^{1 5}) eingehend geschildert worden (S. 137, Taf. V). Bei der Insel Gis-De in der Nähe von Bergen fing ich an der Oberfläche des Meeres schwimmend äußerst zierliche kleine Kugeln (Fig. 12), zusammengesetzt aus einer Anzahl von (ungefähr 30—40) wimpernden birnförmigen Zellen, die mit ihren spizen Enden strahlenartig im Mittelpunkt der Kugel vereinigt waren. Nach einiger Zeit löste sich die Kugel auf. Die einzelnen Zellen schwam-

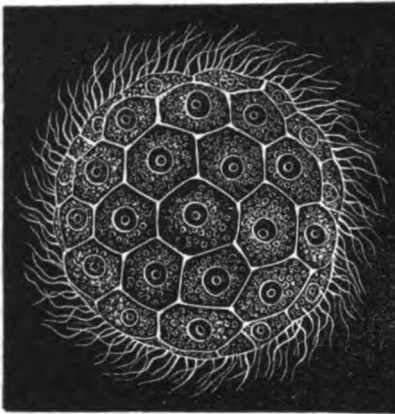


Fig. 12. Die norwegische Flimmerkugel (*Magosphaera planula*) mittelst ihres Flimmerkleides umherschwimmend, von der Oberfläche gesehen.

men selbstständig im Wasser umher, ähnlich gewissen bewimperten Infusorien oder Ciliaten. Diese senkten sich nachher zu Boden, zogen ihre Wimperhaare in ihren Leib zurück und gingen allmählich in die Form einer kriechenden Amöbe über (ähnlich Fig. 10 B). Die letztere kapselte sich später ein (wie in Fig. 10 A) und zerfiel dann durch fortgesetzte Zweitheilung in eine große Anzahl von Zellen (ganz wie bei der Eifurchung, Fig. 6, S. 266). Die Zellen bedeckten sich mit Flimmerhärchen, durchbrachen die Kapselhülle und schwammen nun wieder in der Form einer wimpernden Kugel umher (Fig. 12). Offenbar läßt sich dieser wunderbare Organismus, der bald als einfache Amöbe, bald als einzelne bewimperte Zelle, bald als vielzellige Wimperkugel erscheint, in keiner der anderen Protistenklassen unterbringen und muß als Repräsentant einer neuen selbstständigen Gruppe angesehen werden. Da dieselbe zwischen mehreren Protisten in der Mitte steht und dieselben mit einander verknüpft, kann sie den Namen der Vermittler oder Katalakten führen.

Nicht weniger räthselhafter Natur sind die Protisten der fünften Klasse, die Labyrinthläufer (*Labyrinthuleae*), welche erst kürzlich von Cienkowski an Pfählen im Seewasser entdeckt wurden (Fig. 13). Es sind spindelförmige, meistens dottergelb gefärbte Zellen, welche bald in dichten Haufen zu Klumpen vereinigt sitzen, bald in höchst eigenthümlicher Weise sich umherbewegen. Sie bilden dann in noch unerklärter Weise ein netzförmiges Gerüst von labyrinthisch verschlungenen Strängen, und in der starren „Fadenbahn“ dieses Gerüsts rutschen sie umher. Der Gestalt nach würde man die

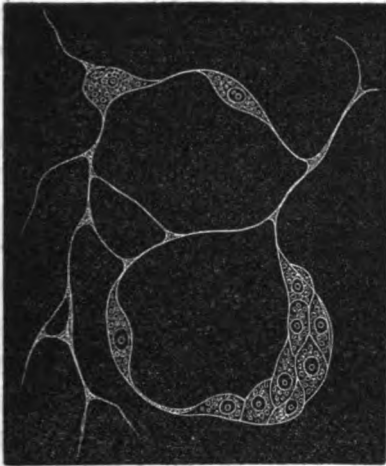


Fig. 13. *Labyrinthula macrocystis* (stark vergrößert). Unten eine Gruppe von zusammengehäuften Zellen, von denen sich links eine so eben abtrennt; oben zwei einzelne Zellen, welche in dem starren netzförmigen Gewirke ihrer „Fadenbahn“ umhertrotzen.

Zellen der Labyrinthuleen für einfachste Pflanzen, der Bewegung nach für einfachste Thiere halten. In der That sind sie weder Thiere noch Pflanzen.



Fig. 14. *Navicula hippocampus* (stark vergrößert). In der Mitte der kieselchaligen Zelle ist der Zellkern (Nucleus) nebst seinem Kernkörperchen (Nucleolus) sichtbar.

Den Labyrinthuleen vielleicht nahverwandt sind die Kieselzellen (Diatomeae), eine sechste Protistenklasse. Diese Urwesen, welche jetzt meistens für Pflanzen, aber von einigen berühmten Naturforschern noch heute für Thiere gehalten werden, bevölkern in ungeheuren Massen und in einer unendlichen Mannichfaltigkeit der zierlichsten Formen das Meer und die süßen Gewässer. Meist sind es mikroskopisch kleine Zellen, welche entweder einzeln (Fig. 14) oder in großer Menge vereinigt leben, und entweder festgewachsen sind oder sich in eigenthümlicher Weise rutschend, schwimmend oder kriechend, umherbewegen. Ihr weicher Zellenleib, der durch einen charakteristischen Farbstoff bräunlich gelb gefärbt ist, wird stets von einer festen und starren Kieselchale umschlossen, welche die zierlichsten und mannichfaltigsten Formen besitzt. Diese Kieselhülle ist nur durch eine oder ein paar Spalten nach außen geöffnet und läßt dadurch den eingeschlossenen weichen Plasmaleib mit der Außenwelt communici-

ren. Die Kieselshalen finden sich massenhaft versteinert vor und sehen manche Gesteine, z. B. den Bilinear Polirschiefer, das schwedische Bergmehl u. s. w. vorwiegend zusammen.



Fig. 15. Ein gestielter Fruchtkörper (Sporenbhase, mit Sporen angefüllt) von einem Myxomyceten (*Physarum al-bipes*), schwach vergrößert.

Eine siebente Protistenklasse bilden die merkwürdigen Schleimpilze (*Myxomycetes*). Diese galten früher allgemein für Pflanzen, für echte Pilze, bis vor zehn Jahren der Botaniker de Bary durch Entdeckung ihrer Ontogenie nachwies, daß dieselben gänzlich von den Pilzen verschieden, und eher als niedere Thiere zu betrachten seien. Allerdings ist der reife Fruchtkörper derselben eine rundliche, oft mehrere Zoll große, mit feinem Sporenpulver und weichen Flocken gefüllte Blase (Fig. 15), wie bei den bekannten Bovisten oder Bauchpilzen (*Gastromycetes*). Allein aus den Keimkörnern oder Sporen derselben kommen nicht die charakteristischen Fadenzellen oder Hyphen der echten Pilze hervor, sondern nackte Zellen, welche anfangs in Form von Geißelschwärmern umherschwimmen (Fig. 11), später nach Art der Amöben umherkriechen (Fig. 10B) und endlich mit anderen ihresgleichen zu großen Schleimkörpern oder „Plasmodien“ zusammenfließen. Aus diesen entsteht dann unmittelbar der blasenförmige Fruchtkörper. Wahrscheinlich kennen Sie Alle eines von jenen Plasmodien, dasjenige von *Aethalium septicum*, welches im Sommer als sogenannte „Lohblüthe“ in Form einer schöngelben, oft mehrere Fuß breiten, salbenartigen Schleimmasse neßförmig die Lohhausen und Lohbeete der Gerber durchzieht. Die schleimigen frei kriechenden Jugendzustände dieser Myxomyceten, welche meistens auf faulenden Pflanzenstoffen, Baumrinden u. s. w. in feuchten Wäldern leben, werden mit gleichem Recht oder Unrecht von den Zoologen für Thiere, wie die reifen und ruhenden blasenförmigen Fruchtzustände von den Botanikern für Pflanzen erklärt.

Ebenso zweifelhaft ist auch die Natur der achten und letzten Klasse des Protistenreichs, der Wurzelfüßer (Rhizopoda). Diese merkwürdigen Organismen bevölkern das Meer seit den ältesten Zeiten der organischen Erdgeschichte in einer außerordentlichen Formenmannichfaltigkeit, theils auf dem Meeresboden kriechend, theils an der Oberfläche schwimmend. Nur sehr wenige leben im süßen Wasser (z. B. *Gromia*, *Actinosphaerium*). Die meisten besitzen feste, aus Kalkerde oder Kieselerde bestehende und höchst zierlich zusammengesetzte Schalen, welche in versteinertem Zustande sich vortrefflich erhalten. Oft sind dieselben zu dicken Gebirgsmassen angehäuft, obwohl die einzelnen Individuen sehr klein und häufig für das bloße Auge kaum oder gar nicht sichtbar sind. Nur wenige erreichen einen Durchmesser von einigen Linien oder selbst von ein paar Zollen. Ihren Namen führt die ganze Klasse davon, daß ihr nackter schleimiger Leib an der ganzen Oberfläche tausende von äußerst feinen Schleimfäden ausstrahlt, falschen Füßchen, Scheinfüßchen oder Pseudopodien, welche sich wurzelförmig verästeln, neßförmig verbinden, und in beständigem Formwechsel gleich den einfacheren Schleimfüßchen der Amoeboïden oder Protoplasten befindlich sind. Diese veränderlichen Scheinfüßchen dienen sowohl zur Ortsbewegung, als zur Nahrungsaufnahme.

Die Klasse der Wurzelfüßer zerfällt in drei verschiedene Regionen, die Kammertwesen oder Acyttarien, die Sonnenwesen oder Heliozoen und die Strahlwesen oder Radiolarien. Die erste und niederste von diesen drei Regionen bilden die Kammertwesen (*Acyttaria*). Hier besteht nämlich der ganze weiche Leib noch aus einfachem schleimigem Zellstoff oder Protoplasma, das nicht in Zellen differenzirt ist. Allein trotz dieser höchst primitiven Leibesbeschaffenheit schweben die Kammertwesen dennoch meistens eine feste, aus Kalkerde bestehende Schale aus, welche eine große Mannichfaltigkeit zierlicher Formbildung zeigt. Bei den älteren und einfacheren Acyttarien ist diese Schale eine einfache, glockenförmige, röhrenförmige oder schneckenhausförmige Kammer, aus deren Mündung ein Bündel von Schleimfäden hervortritt. Im Gegensatz zu diesen Einkammertwesen (*Monothalamia*) besitzen die

Vielkammerwesen (Polythalamia), zu denen die große Mehrzahl der Acyttarien gehört, ein Gehäuse, welches aus zahlreichen Kammern in sehr künstlicher Weise zusammengesetzt ist. Bald liegen diese Kammern in einer Reihe hinter einander, bald in concentrischen Kreisen oder Spiralen ringförmig um einen Mittelpunkt herum, und dann oft in vielen Etagen übereinander, gleich den Logen eines großen Amphitheaters. Diese Bildung besitzen z. B. die Nummuliten, deren linsengroße Kalkschalen, zu Milliarden angehäuft, an der Mittelmeerküste ganze Gebirge zusammensetzen. Die Steine, aus denen die egyptischen Pyramiden aufgebaut sind, bestehen aus solchem Nummulitenkalk. In den meisten Fällen sind die Schalenkammern der Polythalamien in einer Spirallinie um einander gewunden. Die Kammern stehen mit einander durch Gänge und Thüren in Verbindung, gleich den Zimmern eines großen Palastes, und sind nach außen gewöhnlich durch zahlreiche kleine Fenster geöffnet, aus denen der schleimige Körper formwechselnde Scheinfüßchen austrecken kann. Und dennoch, trotz des außerordentlich verwickelten und zierlichen Baues dieses Kalklabyrinthes, trotz der unendlichen Mannichfaltigkeit in dem Bau und der Verzierung seiner zahlreichen Kammern, trotz der Regelmäßigkeit und Eleganz ihrer Ausführung, ist dieser ganze künstliche Palast das ausgeschwitzte Product einer vollkommen formlosen und structurlosen Schleimmasse! Fürwahr, wenn nicht schon die ganze neuere Anatomie der thierischen und pflanzlichen Gewebe unsere Plastidentheorie stützte, wenn nicht alle allgemeinen Resultate derselben übereinstimmend bekräftigten, daß das ganze Wunder der Lebenserscheinungen und Lebensformen auf die active Thätigkeit der formlosen Eiweißverbindungen des Protoplasma zurückzuführen ist, die Polythalamien allein schon müßten unserer Theorie den Sieg verleihen. Denn hier können wir jeden Augenblick die wunderbare, aber unleugbare und zuerst von Dujardin und Max Schultze festgestellte Thatsache durch das Mikroskop nachweisen, daß der formlose Schleim des weichen Plasmakörpers, dieser wahre „Lebensstoff“, die zierlichsten, regelmäßigsten und verwickeltsten Bildungen auszuscheiden vermag. Dies ist einfach

eine Folge von vererbter Anpassung, und wir lernen dadurch verstehen, wie derselbe „Urschleim“, dasselbe Protoplasma, im Körper der Thiere und Pflanzen die verschiedensten und complicirtesten Zellenformen erzeugen kann.

Von ganz besonderem Interesse ist es noch, daß zu den Polythalamien auch der älteste Organismus gehört, dessen Reste uns in versteinertem Zustande erhalten sind. Dies ist das früher bereits erwähnte „kanadische Morgenwese“, *Eozoon canadense*, welches vor wenigen Jahren in der Ottawafornation (in den tiefsten Schichten des laurentischen Systems) am Ottawastrome in Canada gefunden worden ist. In der That, durften wir überhaupt erwarten, in diesen ältesten Ablagerungen der Primordialzeit noch organische Reste zu finden, so konnten wir vor Allen auf diese einfachsten und doch mit einer festen Schale bedeckten Protisten hoffen, in deren Organisation der Unterschied zwischen Thier und Pflanze noch nicht ausgeprägt ist.

Von der zweiten Klasse der Wurzelfüßer, von den Sonnenwesfen (Heliozoa), kennen wir nur wenige Arten. Eine Art, das sogenannte „Sonnenhieschen“, findet sich in unseren süßen Gewässern sehr häufig. Schon im vorigen Jahrhundert wurde dasselbe von Pastor Eichhorn in Danzig beobachtet und nach ihm *Actinosphaerium Eichhornii* getauft. Es erscheint dem bloßen Auge als ein gallertiges graues Schleimkugeln von der Größe eines Stachelknospes. Unter dem Mikroskope sieht man Hunderte oder Tausende feiner Schleimsäden von dem centralen Plasmatörper ausstrahlen, und bemerkt, daß seine innere zellige Markschicht von der äußeren blasigen Rindenschicht verschieden ist. Dadurch erhebt sich das kleine Sonnenwese, trotz des Mangels einer Schale, bereits über die structurlosen Acytarien und bildet den Uebergang von diesen zu den Radiolarien. Verwandter Natur ist die Gattung *Cystophrys*.

Die Strahlwesfen (*Radiolaria*) bilden die dritte und letzte Klasse der Rhizopoden. In ihren niederen Formen schließen sie sich eng an die Sonnenwesfen und Kammertwesfen an, während sie sich in ihren höheren Formen weit über diese erheben. Von beiden unter-

scheiden sie sich wesentlich dadurch, daß der centrale Theil des Körpers aus vielen Zellen zusammengesetzt und von einer festen Membran umhüllt ist. Diese geschlossene, meistens kugelige „Centralkapsel“ ist in eine schleimige Plasmaschicht eingehüllt, von welcher überall Tausende von höchst feinen Fäden, die verästelten und zusammenfließenden Scheinfüßchen, ausstrahlen. Dazwischen sind zahlreiche gelbe Zellen von räthselhafter Bedeutung zerstreut, welche Stärkemehlkörner enthalten. Die meisten Radiolarien zeichnen sich durch ein sehr entwickeltes Skelet aus, welches aus Kieselerde besteht, und eine wunderbare Fülle der zierlichsten und seltsamsten Formen zeigt. Bald bildet dieses Kieselskelet eine einfache Gitterkugel (Fig. 16 s), bald ein künstliches System von mehreren concentrischen Gitterkugeln, welche in einander geschachtelt und durch radiale Stäbe verbunden sind. Meistens strahlen zierliche, oft baumförmig verzweigte Stacheln von der Oberfläche der Kugeln aus. Anderemale besteht das ganze Skelet bloß aus einem Kieselftern und ist dann meistens aus zwanzig, nach einem bestimmten mathematischen Gesetze vertheilt und in einem gemeinsamen Mittelpunkte vereinigten Stacheln zusammengesetzt. Bei noch anderen Radiolarien bildet das Skelet zierliche vielkammerige Gehäuse wie bei den Polythalamien. Es giebt wohl keine andere Gruppe von Organismen, welche eine solche Fülle der verschiedenartigsten Grundformen und eine so geometrische Regelmäßigkeit, verbunden mit der zierlichsten Architectonik, in ihren Skeletbildungen entwickelte. Die meisten der bis jetzt bekannt gewordenen Formen habe ich in dem Atlas abgebildet, der meine Monographie der Radiolarien begleitet²⁵). Hier gebe ich Ihnen als Beispiel nur die Abbildung von einer der einfachsten Gestalten, der *Cyrtidosphaera echinoides* von Rizza. Das Skelet besteht hier bloß aus einer einfachen Gitterkugel (s), welche kurze radiale Stacheln (a) trägt, und welche die Centralkapsel (c) locker umschließt. Von der Schleimhülle, die letztere umgiebt, strahlen sehr zahlreiche und feine Scheinfüßchen (p) aus, welche unten zum Theil zurückgezogen

und in eine klumpige Schleimmasse verschmolzen sind. Dazwischen sind viele gelbe Zellen (1) zerstreut.

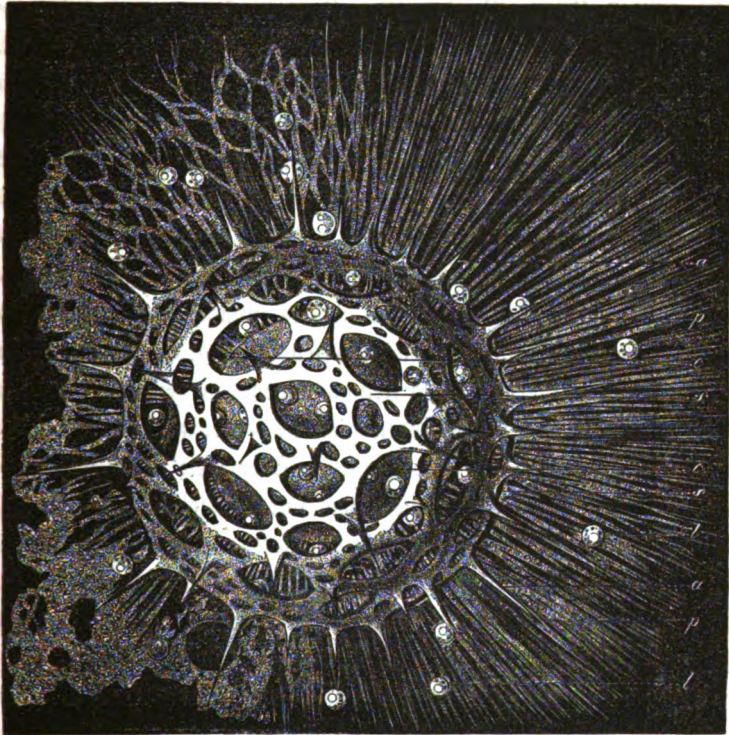


Fig. 16. *Cyrtidosphaera echinoides*, 400mal vergrößert. c. Kugelige Centralkapsel. s. Gitterförmig durchbrochene Kieselshale. a. Radiale Stacheln, welche von derselben ausstrahlen. p. Pseudopodien oder Scheinfüßchen, welche von der die Centralkapsel umgebenden Schleimhülle ausstrahlen. 1. Gelbe kugelige Zellen, welche dazwischen zerstreut sind, und Amylumkörner enthalten.

Während die Acytarien meistens nur auf dem Grunde des Meeres leben, auf Steinen und Seepflanzen, zwischen Sand und Schlamm mittelst ihrer Scheinfüßchen umherkriechend, schwimmen dagegen die Radiolarien meistens an der Oberfläche des Meeres, mit rings ausgestreckten Pseudopodien flottierend. Sie finden sich hier in ungeheuren Mengen beisammen, sind aber meistens so klein, daß man sie fast völlig übersah und erst seit vierzehn Jahren ge-

nauer kennen lernte. Fast nur diejenigen Radiolarien, welche in Gesellschaften beisammen leben (Polycyttarien) bilden Gallertklumpen von einigen Linien Durchmesser. Dagegen die meisten isolirt lebenden (Monocyttarien) kann man mit bloßem Auge nicht sehen. Trotzdem finden sich ihre versteinerten Schalen in solchen Massen angehäuft, daß sie an manchen Stellen ganze Berge zusammensetzen, z. B. die Mikobareninseln bei Hinterindien und die Insel Barbados in den Antillen.

Da die Meisten von Ihnen mit den eben angeführten acht Protistenklassen vermuthlich nur sehr wenig oder vielleicht gar nicht genauer bekannt sein werden, so will ich jetzt zunächst noch einiges Allgemeine über ihre Naturgeschichte bemerken. Die große Mehrzahl aller Protisten lebt im Meere, theils freischwimmend an der Oberfläche der See, theils auf dem Meeresboden kriechend, oder an Steinen, Muscheln, Pflanzen u. s. w. festgewachsen. Sehr viele Arten von Protisten leben auch im süßen Wasser, aber nur eine sehr geringe Anzahl auf dem festen Lande (z. B. die Myxomyceten, einige Protoplasten). Die meisten können nur durch das Mikroskop wahrgenommen werden, ausgenommen, wenn sie zu Millionen von Individuen zusammengehäuft vorkommen. Nur Wenige erreichen einen Durchmesser von mehreren Linien oder selbst einigen Zollen. Was ihnen aber an Körpergröße abgeht, ersetzen sie durch die Production erstaunlicher Massen von Individuen, und greifen dadurch oft sehr bedeutend in die Oekonomie der Natur ein. Die unverweslichen Ueberreste der gestorbenen Protisten, wie die Kieselshalen der Diatomeen und Radiolarien, die Kalkshalen der Acyttarien, setzen oft dicke Gebirgsmassen zusammen.

In ihren Lebenserscheinungen, insbesondere in Bezug auf Ernährung und Fortpflanzung, schließen sich die einen Protisten mehr den Pflanzen, die anderen mehr den Thieren an. Die Nahrungsaufnahme sowohl als der Stoffwechsel gleicht bald mehr denjenigen der niederen Thiere, bald mehr denjenigen der niederen Pflanzen. Freie Ortsbewegung kommt vielen Protisten zu, während sie anderen fehlt; allein hierin liegt gar kein entscheidender Charakter, da wir auch

unzweifelhafte Thiere kennen, denen die freie Ortsbewegung ganz abgeht, und echte Pflanzen, welche dieselbe besitzen. Eine Seele besitzen alle Protisten, so gut wie alle Thiere und wie alle Pflanzen. Die Seelenthätigkeit der Protisten äußert sich in ihrer Reizbarkeit, d. h. in den Bewegungen und anderen Veränderungen, welche in Folge von mechanischen, elektrischen, chemischen Reizen u. s. w. in ihrem contractilen Protoplasma eintreten. Bewußtsein, Willens- und Denk-Vermögen fehlen vielleicht allen Protisten. Allein dieselben Eigenschaften fehlen in gleichem Grade auch vielen niederen Thieren, während manche von den höheren Thieren in diesen Beziehungen nicht hinter den niederen Menschen zurückstehen. Wie bei allen übrigen Organismen, so sind auch bei den Protisten die Seelenthätigkeiten zurückzuführen auf Molekular-Bewegungen im Protoplasma.

Der wichtigste physiologische Charakter des Protistenreichs liegt in der ausschließlich ungeschlechtlichen Fortpflanzung aller hierher gehörigen Organismen. Die höheren Thiere und Pflanzen vermehren sich fast ausschließlich nur auf geschlechtlichem Wege. Die niederen Thiere und Pflanzen vermehren sich zwar auch vielfach auf ungeschlechtlichem Wege, durch Theilung, Knospenbildung, Keimbildung u. s. w. Allein daneben findet sich bei denselben doch fast immer noch die geschlechtliche Fortpflanzung, oft mit ersterer regelmäßig in Generationen abwechselnd (Metagenesis S. 185). Sämmtliche Protisten dagegen pflanzen sich ausschließlich nur auf dem ungeschlechtlichen Wege fort und der Gegensatz der beiden Geschlechter ist bei ihnen überhaupt noch nicht durch Differenzirung entstanden. Es giebt weder männliche noch weibliche Protisten.

Wie die Protisten in ihren Lebenserscheinungen zwischen Thieren und Pflanzen (und zwar vorzüglich zwischen den niedersten Formen derselben) mitten inne stehen, so gilt dasselbe auch von der chemischen Zusammensetzung ihres Körpers. Einer der wichtigsten Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung des Thier- und Pflanzenkörpers besteht in seiner charakteristischen Skelettbildung. Das Skelet oder das feste Gerüste des Körpers besteht bei den meisten echten

Pflanzen aus der stickstofffreien Cellulose, welche ein Ausschwißungsprodukt des stickstoffhaltigen Zellstoffs oder Protoplasma ist. Bei den meisten echten Thieren dagegen besteht das Skelet gewöhnlich entweder aus stickstoffhaltigen Verbindungen (Chitin u. s. w.), oder aus Kalkerde. In dieser Beziehung verhalten sich die einen Protisten mehr wie Pflanzen, die anderen mehr wie Thiere. Bei Vielen ist das Skelet vorzugsweise oder ganz aus Kieselerde gebildet, welche sowohl im Thier- als Pflanzenkörper vorkommt. Der active Lebensstoff ist aber in allen Fällen das schleimige Protoplasma.

In Bezug auf die Formbildung der Protisten ist insbesondere hervorzuheben, daß die Individualität ihres Körpers fast immer auf einer außerordentlich tiefen Stufe der Entwicklung stehen bleibt. Sehr viele Protisten bleiben zeitlebens einfache Plastiden oder Individuen erster Ordnung. Andere bilden zwar durch Vereinigung von mehreren Individuen Colonien oder Staaten von Plastiden. Allein auch diese höheren Individuen zweiter Ordnung verharren meistens auf einer sehr niedrigen Ausbildungsstufe. Die Bürger dieser Plastidengemeinden bleiben sehr gleichartig, gehen gar nicht oder nur in sehr geringem Grade Arbeitstheilung ein, und vermögen daher ebenso wenig ihren staatlichen Organismus zu höheren Leistungen zu befähigen, als etwa die Wilden Neuhollands dies im Stande sind. Der Zusammenhang der Plastiden bleibt auch meistens sehr locker, und jede einzelne bewahrt in hohem Maße ihre individuelle Selbstständigkeit.

Ein zweiter Formcharakter, welcher nächst der niederen Individualitätsstufe die Protisten besonders auszeichnet, ist der niedere Ausbildungsgrad ihrer stereometrischen Grundform. Wie ich in meiner Grundformenlehre (im vierten Buche der generellen Morphologie) gezeigt habe, ist bei den meisten Organismen sowohl in der Gesamtbildung des Körpers als in der Form der einzelnen Theile eine bestimmte geometrische Grundform nachzuweisen. Diese ideale Grundform, welche durch die Zahl, Lagerung, Verbindung und Differenzirung der zusammensetzenden Theile bestimmt ist, verhält sich zu der

realen organischen Form ganz ähnlich, wie sich die ideale geometrische Grundform der Krystalle zu ihrer unvollkommenen realen Form verhält. Bei den meisten Körpern und Körpertheilen von Thieren und Pflanzen ist diese Grundform eine Pyramide, und zwar bei den sogenannten „strahlig-regulären“ Formen eine reguläre Pyramide, bei den höher differenzirten, sogenannten „bilateral-symmetrischen“ Formen eine irreguläre Pyramide. (Vergl. die Tabellen S. 556—558 im ersten Bande der gen. Morph.). Bei den Protisten ist diese Pyramidenform, welche im Thier- und Pflanzenreiche vorherrscht, im Ganzen selten, und statt dessen ist die Form entweder ganz unregelmäßig (amorph oder irregulär) oder es ist die Grundform eine einfachere, reguläre, geometrische Form; insbesondere sehr häufig die Kugel, der Cylinder, das Ellipsoid, das Sphäroid, der Doppelkegel, der Kegel, das reguläre Vieleck (Tetraeder, Hexaeder, Octaeder, Dodekaeder, Icosaeder) u. s. w. Alle diese niederen Grundformen des promorphologischen Systems sind bei den Protisten vorherrschend. Jedoch kommen daneben bei vielen Protisten auch noch die höheren regulären und bilateralen Grundformen vor, welche im Thier- und Pflanzenreich überwiegen. Auch in dieser Hinsicht schließen sich oft von nächstverwandten Protisten die einen (z. B. die Acytarien) mehr den Thieren, die anderen (z. B. die Radiolarien) mehr den Pflanzen an.

Was nun die paläontologische Entwicklung des Protistenreichs betrifft, so kann man sich darüber sehr verschiedene, aber immer nur höchst unsichere genealogische Hypothesen machen. Vielleicht sind die einzelnen Klassen desselben selbstständige Stämme oder Phylen, die sich sowohl unabhängig von einander als von dem Thierreich und von dem Pflanzenreich entwickelt haben. Selbst wenn wir die monophyletische Descendenzhypothese annehmen, und für alle Organismen ohne Ausnahme, die jemals auf der Erde gelebt haben und noch jetzt leben, die gemeinsame Abstammung von einer einzigen Monerenform behaupten, selbst in diesem Falle ist der Zusammenhang der neutralen Protisten einerseits mit dem Pflanzenstamm, anderer-

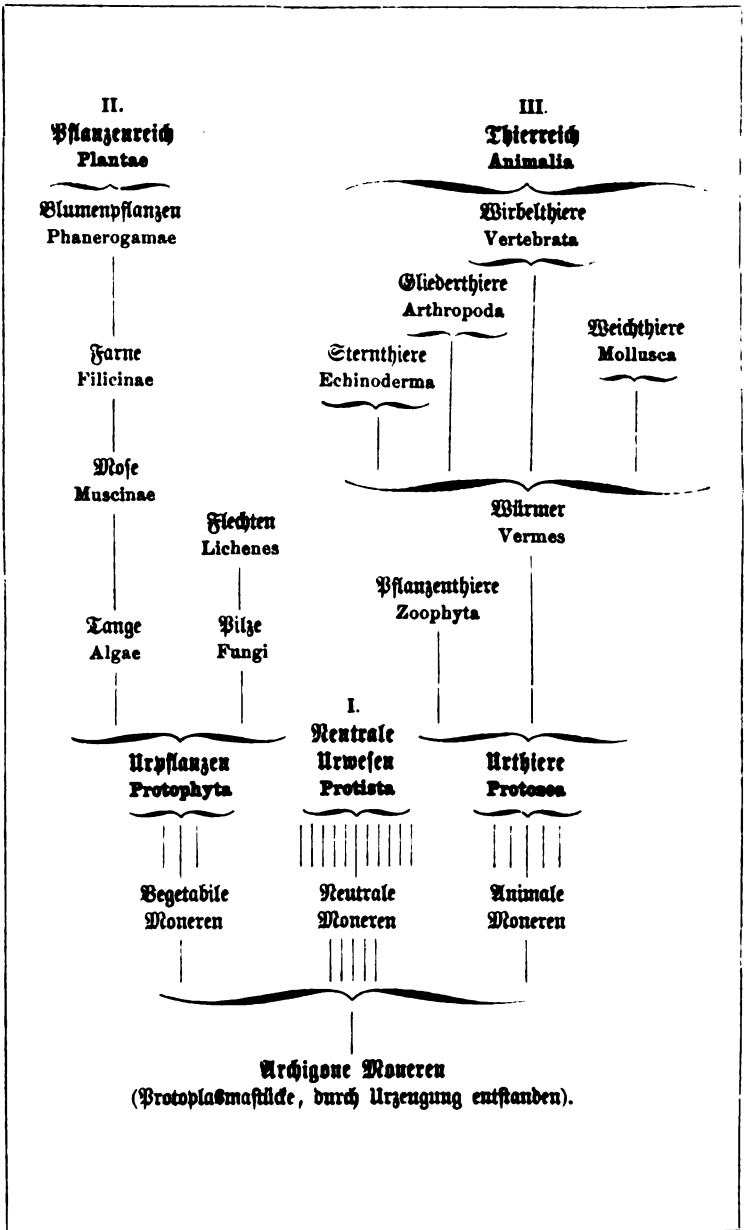
seits mit dem Thierstamm nur sehr locker. Wir hätten sie dann (vergl. S. 398) als niedere Wurzelschößlinge anzusehen, welche sich unmittelbar aus der Wurzel jenes zweistämmigen organischen Stammbaums entwickelt haben, oder vielleicht als tief unten abgehende Zweige eines gemeinsamen niederen Protistenstammes, welcher in der Mitte zwischen den beiden divergirenden hohen und mächtigen Stämmen des Thier- und Pflanzenreichs aufgeschossen ist. Die einzelnen Protistenklassen, mögen sie nun an ihrer Wurzel gruppenweise enger zusammenhängen oder nur ein lockeres Büschel von Wurzelschößlingen bilden, würden in diesem Falle weder mit den rechts nach dem Thierreiche, noch mit den links nach dem Pflanzenreiche einseitig abgehenden Organismengruppen Etwas zu thun haben. Sie würden den ursprünglichen einfachen Charakter der gemeinsamen Stammform mehr beibehalten haben, als die echten Thiere und die echten Pflanzen.

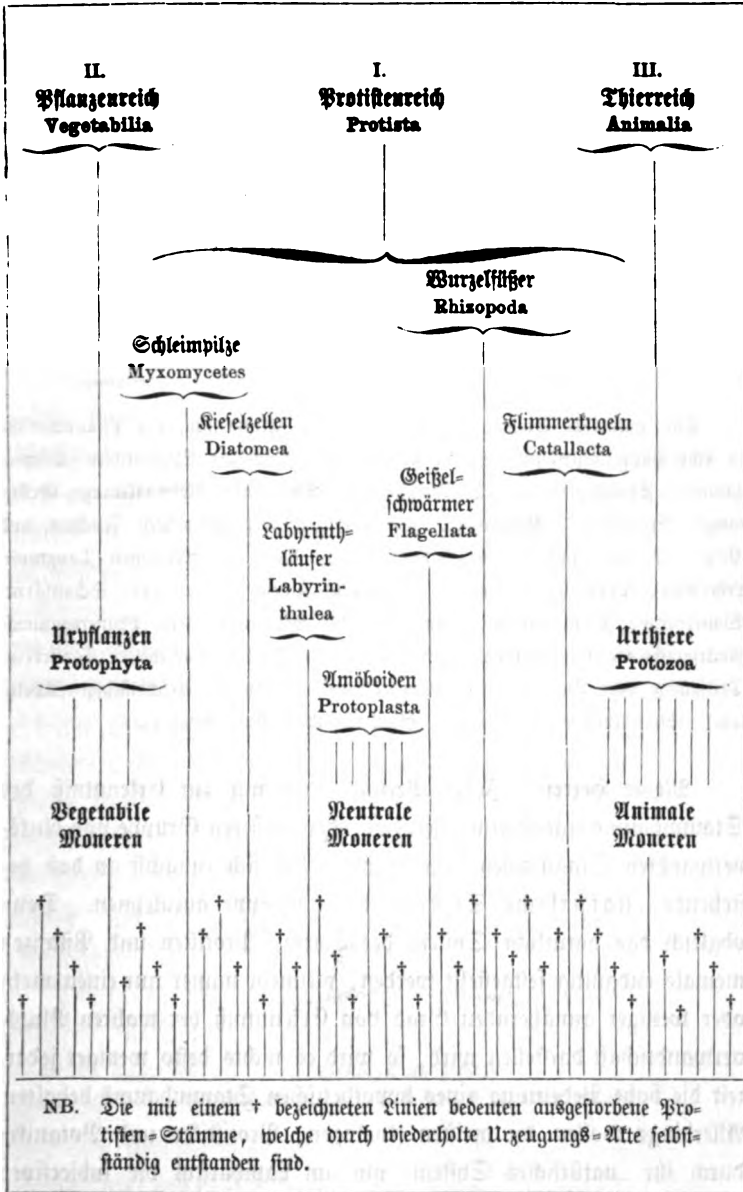
Nehmen wir dagegen die vielheitliche oder polyphyletische Descendenzhypothese an, so würden wir uns eine mehr oder minder große Anzahl von organischen Stämmen oder Phylen vorzustellen haben, welche alle neben und unabhängig von einander aus dem gemeinsamen Boden der Urzeugung aufschließen. (Vergl. S. 399.) Es würden dann zahlreiche verschiedene Moneren durch Urzeugung entstanden sein, deren Unterschiede nur in geringen, für uns nicht erkennbaren Differenzen ihrer chemischen Zusammensetzung und in Folge dessen auch ihrer Entwicklungsfähigkeit beruhen. Eine geringe Anzahl von Moneren würde dem Pflanzenreich, und ebenso andrerseits eine geringe Anzahl von Moneren dem Thierreich den Ursprung gegeben haben. Zwischen diesen beiden Gruppen aber würde sich, unabhängig davon, eine größere Anzahl von selbstständigen Stämmen entwickelt haben, die auf einer tieferen Organisationsstufe stehen blieben, und sich weder zu echten Pflanzen, noch zu echten Thieren entwickelten.

Eine sichere Entscheidung zwischen der monophyletischen und polyphyletischen Hypothese ist bei dem gegenwärtigen unvollkommenen Zustande unserer phylogenetischen Erkenntniß noch ganz unmöglich. Die verschiedenen Protistengruppen und die von ihnen kaum trenn-

baren niedersten Formen einerseits des Thierreichs, andererseits des Pflanzenreichs, zeigen unter einander einen so innigen Zusammenhang und eine so bunte Mischung der maßgebenden Eigenthümlichkeiten, daß gegenwärtig noch jede systematische Abtheilung und Anordnung der Formengruppen mehr oder weniger künstlich und gezwungen erscheint. Daher gilt auch der hier Ihnen vorgeführte Versuch nur als ein ganz provisorischer. Je tiefer man jedoch in die genealogischen Geheimnisse dieses dunkeln Forschungsgebietes eindringt, desto mehr Wahrscheinlichkeit gewinnt die Anschauung, daß einerseits das Pflanzenreich, andererseits das Thierreich einheitlichen Ursprungs ist, daß aber in der Mitte zwischen diesen beiden großen Stammbäumen noch eine Anzahl von unabhängigen kleinen Organismengruppen durch vielfach wiederholte Urzeugungsaakte entstanden ist, welche durch ihren indifferenten, neutralen Charakter, und ihre Mischung von thierischen und pflanzlichen Eigenschaften auf die Bezeichnung von selbstständigen Protisten Anspruch machen können.

Wenn wir also auch einen ganz selbstständigen Stamm für das Pflanzenreich, einen zweiten für das Thierreich annehmen, würden wir zwischen beiden doch eine Anzahl von selbstständigen Protistenstämmen aufstellen können, deren jeder ganz unabhängig von jenen aus einer eigenen archigonon Monerenform sich entwickelt hat. Um sich dieses Verhältniß zu veranschaulichen, kann man sich die ganze Organismenwelt als eine ungeheure Wiese vorstellen, welche größtentheils verdorrt ist, und auf welcher zwei vielverzweigte mächtige Bäume stehen, die ebenfalls größtentheils abgestorben sind. Diese letzteren mögen das Thierreich und das Pflanzenreich vorstellen, ihre frischen noch grünenden Zweige die lebenden Thiere und Pflanzen, die verdorrtten Zweige mit welkem Laube dagegen die ausgestorbenen Gruppen. Das dürre Gras der Wiese entspricht den wahrscheinlich zahlreichen, ausgestorbenen Stämmen, die wenigen noch grünen Halme dagegen den jetzt noch lebenden Phylen des Protistenreichs. Den gemeinsamen Boden der Wiese aber, aus dem alle hervorgeproßt sind, bildet das Protoplasma.





Siebenzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geschichte des Pflanzenreichs.

Das natürliche System des Pflanzenreichs. Eintheilung des Pflanzenreichs in sechs Hauptklassen und achtzehn Klassen. Unterreich der Blumenlosen (Cryptogamen). Stammgruppe der Thalluspflanzen. Tange oder Algen (Urtange, Grün- tange, Brauntange, Rothtange). Fadenpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze). Stammgruppe der Prothalluspflanzen. Moose oder Muscinen (Langmoose, Lebermoose, Laubmoose, Torfmoose). Farne oder Filicinen (Laubfarne, Schauffarne, Wasserfarne, Schuppenfarne). Unterreich der Blumenpflanzen (Phanerogamen). Nachtsamige oder Gymnospermen. Palmfarne (Cycadeen). Nadelhölzer (Coniferen). Decksamige oder Angiospermen. Monocotylen. Dicotylen. Kelchblüthige (Apetalen.) Sternblüthige (Diapetalen). Glockenblüthige (Gamopetalen).

Meine Herren! Jeder Versuch, den wir zur Erkenntniß des Stammbaums irgend einer kleineren oder größeren Gruppe von bluts- verwandten Organismen unternehmen, hat sich zunächst an das bestehende „natürliche System“ dieser Gruppe anzulehnen. Denn obgleich das natürliche System der Thiere, Protisten und Pflanzen niemals endgültig festgestellt werden, vielmehr immer nur einen mehr oder weniger annähernden Grad von Erkenntniß der wahren Bluts- verwandtschaft darstellen wird, so wird es nichts desto weniger jederzeit die hohe Bedeutung eines hypothetischen Stammbaums behalten. Allerdings wollen die meisten Zoologen, Protistiker und Botaniker durch ihr „natürliches System“ nur im Lapidarstyl die subjectiven Anschauungen ausdrücken, die ein jeder von Ihnen von der objectiven

„Formverwandtschaft“ der Organismen besitzt. Allein diese Formverwandtschaft ist ja im Grunde, wie Sie gesehen haben, nur die nothwendige Folge der wahren Blutsverwandtschaft. Daher wird jeder Morphologe, welcher unsere Erkenntniß des natürlichen Systems fördert, gleichzeitig, er mag wollen oder nicht, auch unsere Erkenntniß des Stammbaumes fördern. Je mehr das natürliche System seinen Namen wirklich verdient, je fester es sich auf die übereinstimmenden Resultate der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie gründet, desto sicherer dürfen wir dasselbe als den annähernden Ausdruck des wahren Stammbaums betrachten.

Indem wir uns nun zu unserer heutigen Aufgabe die Genealogie des Pflanzenreichs stellen, werden wir, jenem Grundsatz gemäß, zunächst einen Blick auf das natürliche System des Pflanzenreichs zu werfen haben, wie dasselbe heutzutage von den meisten Botanikern mit mehr oder minder unbedeutenden Abänderungen angenommen wird. Danach zerfällt zunächst die ganze Masse aller Pflanzenformen in zwei Hauptgruppen. Diese obersten Hauptabtheilungen oder Unterreiche sind noch dieselben, welche bereits vor mehr als einem Jahrhundert Carl Linné, der Begründer der systematischen Naturgeschichte unterschied, und welche er Cryptogamen oder Geheimbühende und Phanerogamen oder Offenblühende nannte. Die letzteren theilte Linné in seinem künstlichen Pflanzensystem nach der verschiedenen Zahl, Bildung und Verbindung der Staubgefäße, sowie nach der Vertheilung der Geschlechtsorgane, in 23 verschiedene Klassen, und diesen fügte er dann als 24ste und letzte Klasse die Cryptogamen an.

Die Cryptogamen, die geheimblühenden oder blumenlosen Pflanzen, welche früherhin nur wenig beobachtet wurden, haben durch die eingehenden Forschungen der Neuzeit eine so große Mannichfaltigkeit der Formen, und eine so tiefe Verschiedenheit im gröberen und feineren Bau offenbart, daß wir unter denselben nicht weniger als vierzehn verschiedene Klassen unterscheiden müssen, während wir die Zahl der Klassen unter den Blüthenpflanzen oder

Phanerogamen auf vier beschränken können. Diese achtzehn Klassen des Pflanzenreichs aber gruppiren sich naturgemäß wiederum dergestalt, daß wir im Ganzen sechs Hauptklassen (oder Kladen, d. h. Aeste) des Pflanzenreichs unterscheiden können. Zwei von diesen sechs Hauptklassen fallen auf die Blüthenpflanzen, vier dagegen auf die Blüthenlosen. Wie sich jene 18 Klassen auf diese sechs Hauptklassen, und die letzteren auf die Hauptabtheilungen des Pflanzenreichs vertheilen, zeigt die nachstehende Tabelle (S. 404).

Das Unterreich der Cryptogamen oder Blumenlosen kann man zunächst naturgemäß in zwei Hauptabtheilungen oder Stammgruppen zerlegen, welche sich in ihrem inneren Bau und in ihrer äußeren Form sehr wesentlich unterscheiden, nämlich die Thalluspflanzen und die Prothalluspflanzen. Die Stammgruppe der Thalluspflanzen umfaßt die beiden großen Hauptklassen der Lauge oder Algen, welche im Wasser leben, und der Fadenpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze), welche außerhalb des Wassers, auf der Erde, auf Steinen, Baumrinden, auf verwesenden organischen Körpern u. s. w. wachsen. Die Stammgruppe der Prothalluspflanzen dagegen enthält die beiden formenreichen Hauptklassen der Moose und Farne.

Alle Thalluspflanzen oder Thallophyten sind sofort daran zu erkennen, daß man an ihrem Körper die beiden morphologischen Grundorgane der übrigen Pflanzen, Stengel und Blätter, noch nicht unterscheiden kann. Vielmehr ist der ganze Leib aller Lauge und aller Fadenpflanzen eine aus einfachen Zellen zusammengesetzte Masse, welche man als Laubkörper oder Thallus bezeichnet. Dieser Thallus ist noch nicht in Aorgane (Stengel und Wurzel) und Blattorgane differenzirt. Hierdurch, sowie durch viele andere Eigenthümlichkeiten stellen sich die Thallophyten allen übrigen Pflanzen, nämlich den beiden Hauptgruppen der Prothalluspflanzen und der Blüthenpflanzen gegenüber und man hat deshalb auch häufig die letzteren beiden als Stockpflanzen oder Cormophyten zusammengefaßt. Das Verhältniß dieser drei Stammgruppen zu

einander, entsprechend jenen beiden verschiedenen Auffassungen, macht Ihnen nachstehende Uebersicht deutlich.

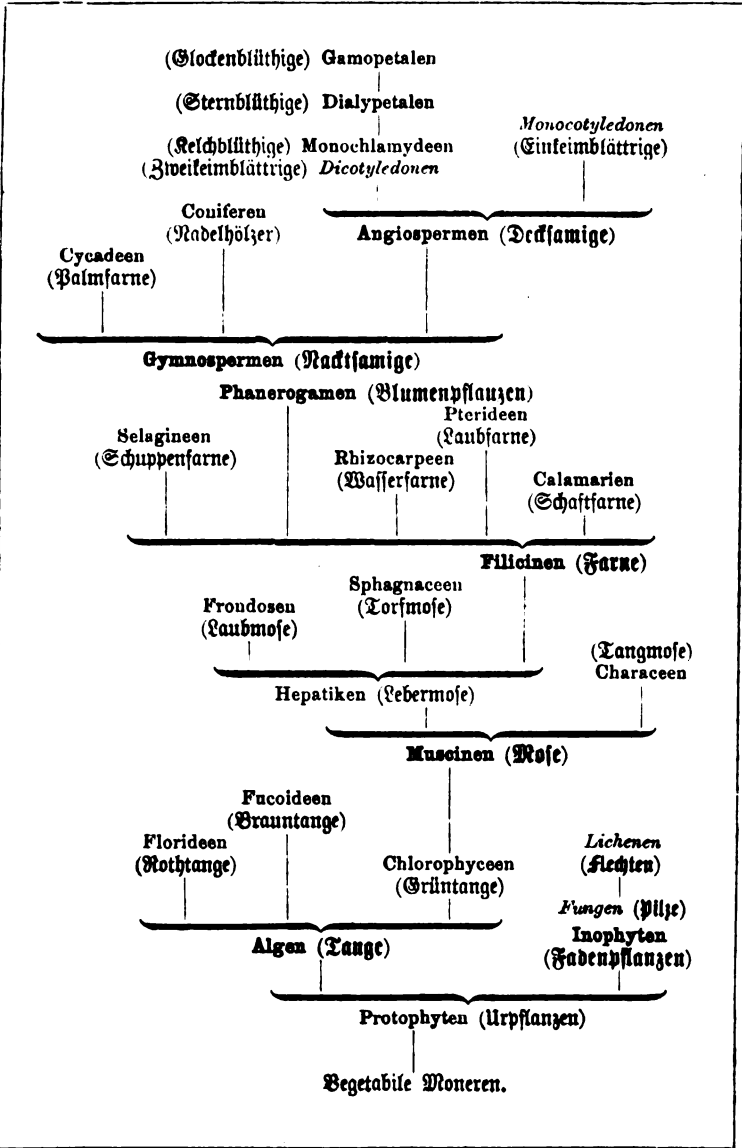
I. Blumenlose (Cryptogamae).	}	A. Thalluspflanzen (Thallophyta).	}	I. Thalluspflanzen (Thallophyta).
		B. Prothalluspflanzen (Prothallophyta).		
II. Blumenpflanzen (Phanerogamae).	}	C. Blumenpflanzen (Phanerogamae).	}	II. Stockpflanzen (Cormophyta).

Die Stockpflanzen oder Cormophyten, in deren Organisation bereits der Unterschied von Aorganen (Stengel und Wurzel) und Blattorganen entwickelt ist, bilden gegenwärtig und schon seit sehr langer Zeit die Hauptmasse der Pflanzenwelt. Allein so war es nicht immer. Vielmehr fehlten die Stockpflanzen, und zwar nicht allein die Blumenpflanzen, sondern auch die Prothalluspflanzen, noch gänzlich während jenes unermesslich langen Zeitraums, welcher als das archolithische oder primordiale Zeitalter den Beginn und den ersten Hauptabschnitt der organischen Erdgeschichte bildet. Sie erinnern sich, daß während dieses Zeitraums sich die laurentischen, cambrischen und silurischen Schichtensysteme ablagerten, deren Dicke zusammengenommen ungefähr 70,000 Fuß beträgt. Da nun die Dicke aller darüber liegenden jüngeren Schichten, von den devonischen bis zu den Ablagerungen der Gegenwart, zusammen nur ungefähr 60,000 Fuß erreicht, so konnten wir hieraus allein den auch aus anderen Gründen wahrscheinlichen Schluß ziehen, daß jenes archolithische oder primordiale Zeitalter eine längere Dauer besaß, als die ganze darauf folgende Zeit bis zur Gegenwart. Während dieses ganzen unermesslichen Zeitraums, der vielleicht viele Millionen von Jahrhunderten umschloß, scheint das Pflanzenleben auf unserer Erde ausschließlich durch die Stammgruppe der Thalluspflanzen, und zwar nur durch die Hauptklasse der wasserbewohnenden Thalluspflanzen, durch die Lauge oder Algen, vertreten gewesen zu sein. Wenigstens gehören alle versteinerten Pflanzenreste, welche wir mit Sicherheit aus der Primordialzeit kennen, ausschließlich dieser Hauptklasse an.

Systematische Uebersicht

der sechs Hauptklassen und achtzehn Klassen des Pflanzenreichs.

Stammgruppen oder Unterreiche des Pflanzenreichs	Hauptklassen oder Abtheilungen des Pflanzenreichs	Klassen des Pflanzenreichs	Systematischer Name der Klassen
A. Thallus- Pflanzen. Thallo- phyta	I. Tange. <i>Algae</i>	1. Urtange	1. Archephyceae (Protophyta)
		2. Grün-tange	2. Chlorophyceae (Chloralgae)
		3. Brauntange	3. Phaeophyceae (Fucoideae)
		4. Rothtange	4. Rhodophyceae (Florideae)
	II. Fadenpflanzen <i>Inophyta</i>	5. Flechten	5. Lichenes
		6. Pilze	6. Fungi
B. Brothallus- Pflanzen. Prothallo- phyta	III. Mose <i>Muscinae</i>	7. Tangmose	7. Charobrya (Characeae)
		8. Lebermose	8. Thallobrya (Hepaticae)
		9. Laubmose	9. Phyllobrya (Frondosae)
		10. Torfmose	10. Sphagnobrya (Sphagnaceae)
		11. Schaftfarne	11. Calamariae (Calamophyta)
	IV. Farne <i>Filicinae</i>	12. Laubfarne	12. Filices (Pterideae)
		13. Wasserfarne	13. Rhizocarpeae (Hydropterides)
		14. Schuppenfarne	14. Selagineae (Lepidophyta)
		15. Palmfarne	15. Cycadeae
		16. Nadelhölzer	16. Coniferae
C. Blumen- Pflanzen. Phanero- gamae	V. Nadtfamige <i>Gymnospermae</i>	17. Einkeimblättrige	17. Monocotylae
		18. Zweikeimblättrige	18. Dicotylae
	VI. Deckfamige <i>Angiospermae</i>		



Da auch alle Thierreste dieses ungeheuren Zeitraums nur wasserbewohnenden Thieren angehören, so schließen wir daraus, daß landbewohnende Organismen damals noch gar nicht existirten.

Schon aus diesen Gründen muß die erste und unvollkommenste Hauptklasse des Pflanzenreichs, die Abtheilung der Lauge oder Algen für uns von ganz besonderer Bedeutung sein. Dazu kommt noch das hohe Interesse, welches uns diese Hauptklasse, auch an sich betrachtet, gewährt. Trotz ihrer höchst einfachen Zusammensetzung aus gleichartigen oder nur wenig differenzirten Zellen zeigen die Lauge dennoch eine außerordentliche Mannichfaltigkeit verschiedener Formen. Einerseits gehören dazu die einfachsten und unvollkommensten aller Gewächse, andererseits sehr entwickelte und eigenthümliche Gestalten. Ebenso wie in der Vollkommenheit und Mannichfaltigkeit ihrer äußeren Formbildung unterscheiden sich die verschiedenen Algengruppen auch in der Körpergröße. Auf der tiefsten Stufe finden wir die winzig kleinen *Protococcus*-Arten, von denen mehrere Hunderttausend auf den Raum eines Stednadelknopfs gehen. Auf der höchsten Stufe bewundern wir in den riesenmäßigen *Macrocyten*, welche eine Länge von 300—400 Fuß erreichen, die längsten von allen Gestalten des Pflanzenreichs. Vielleicht ist auch ein großer Theil der Steinkohlen aus Längen entstanden. Und wenn nicht aus diesen Gründen, so müßten die Algen schon deshalb unsere besondere Aufmerksamkeit erregen, weil sie die Anfänge des Pflanzenlebens bilden und die Stammformen aller übrigen Pflanzengruppen enthalten, vorausgesetzt daß unsere monophyletische Hypothese von einem gemeinsamen Ursprung aller Pflanzengruppen richtig ist (vergl. S. 405).

Die meisten Bewohner des Binnenlandes können sich nur eine sehr unvollkommene Vorstellung von dieser höchst interessanten Hauptklasse des Pflanzenreichs machen, weil sie davon nur die verhältnißmäßig kleinen und einfachen Vertreter kennen, welche das süße Wasser bewohnen. Die schleimigen grünen Wasserfäden und Wasserfloeden in unseren Teichen und Brunnentrogen, die hellgrünen Schleimüberzüge auf allerlei Holzwerk, welches längere Zeit mit Wasser in Be-

rührung war, die gelbgrünen schaumigen Schleimdecken auf den Lämpeln unserer Dörfer, die grünen Haarbüscheln gleichenden Fadenmassen, welche überall im stehenden und fließenden Süßwasser vorkommen, sind größtentheils aus verschiedenen Tangarten zusammengesetzt. Aber nur Diejenigen, welche die Meeresküste besucht haben, welche an den Küsten von Helgoland und von Schleswig-Holstein die ungeheuren Massen ausgeworfenen Seetangs bewundert, oder an den Felsenuffern des Mittelmeeres die zierlich gestaltete und lebhaft gefärbte Tangvegetation auf dem Meeresboden selbst durch die klare blaue Fluth hindurch erblickt haben, wissen die Bedeutung der Tangklasse annähernd zu würdigen. Und dennoch geben selbst diese formenreichen untermeerischen Algenwälder der europäischen Küsten nur eine schwache Vorstellung von den colossalen Sargassowäldern des atlantischen Oceans, jenen ungeheuren Tangbänken, welche einen Flächenraum von ungefähr 40,000 Quadratmeilen bedecken, und welche dem Columbus auf seiner Entdeckungreise die Nähe des Festlandes vorspiegelten. Ähnliche, aber weit ausgedehntere Tangwälder wuchsen in dem primordialen Urmeere wahrscheinlich in dichten Massen, und wie zahllose Generationen dieser archolithischen Tange über einander hinstarben, bezeugen unter Anderen die mächtigen silurischen Alaunschiefer Schwedens, deren eigenthümliche Zusammensetzung wesentlich von jenen untermeerischen Algenmassen herrührt. Nach der neuen Ansicht des Bonner Geologen Friedrich Mohr ist sogar der größte Theil der Steinkohlenflöze aus den zusammengehäuften Pflanzenleichen der Tangwälder im Meere entstanden.

Wir unterscheiden in der Hauptklasse der Tange oder Algen vier verschiedene Klassen, deren jede wiederum in mehrere Ordnungen und Familien zerfällt. Diese ihrerseits enthalten wieder eine große Menge verschiedener Gattungen und Arten. Wir bezeichnen diese vier Klassen als Urtange oder Archephyceen, Grüntange oder Chlorophyceen, Brauntange oder Phaeophyceen, und Rothtange oder Rhodophyceen.

Die erste Klasse der Tange, die Urtange (Archephyceae) könnten auch Urtpflanzen (Protophyta) genannt werden, weil dieselben

die einfachsten und unvollkommensten von allen Pflanzen enthalten, und insbesondere jene ältesten aller pflanzlichen Organismen, welche allen übrigen Pflanzen den Ursprung gegeben haben. Es gehören hierher also zunächst jene allerältesten vegetabilischen Moneren, welche im Beginne der laurentischen Periode durch Urzeugung entstanden sind. Ferner müssen wir dahin alle jene Pflanzenformen von einfachster Organisation rechnen, welche aus jenen sich zunächst in laurentischer Zeit entwickelt haben, und welche den Formwerth einer einzigen Plastide besaßen. Zunächst waren dies solche Urpflänzchen, deren ganzer Körper eine einfachste Cytode (eine kernlose Plastide) bildete, und weiterhin solche, die bereits durch Sonderung eines Kernes im Plasma den höheren Formwerth einer einfachen Zelle erreicht hatten (vergl. oben S. 308). Noch in der Gegenwart leben verschiedene einfachste Tangformen, welche von diesen ursprünglichen Urpflanzen sich nur wenig entfernt haben. Dahin gehören die Tangfamilien der *Codiumaceen*, *Protococcaceen*, *Desmidiaceen*, *Palmellaceen*, *Hydrodictyaceen*, und noch manche Andere. Auch die merkwürdige Gruppe der *Phycocchromaceen* (*Chroococcaceen* und *Oscillarineen*) würde hierher zu ziehen sein, falls man diese nicht lieber als einen selbstständigen Stamm des Protistenreichs ansehen will (vergl. S. 376).

Die monoplastiden Protophyten, d. h. die aus einer einzigen Plastide bestehenden Urtange, sind vom größten Interesse, weil hier der pflanzliche Organismus seinen ganzen Lebenslauf als ein einfachstes „Individuum erster Ordnung“ vollendet, entweder als kernlose Cytode, oder als kernhaltige Zelle. Zu den monocytoden Urpflanzen gehören die höchst merkwürdigen Schlauchalgen oder *Siphonaceen*, deren ansehnlicher Körper in wunderbarer Weise die Formen höherer Pflanzen nachahmt („Mimicry“). Manche von diesen Siphonaceen erreichen eine Größe von mehreren Fuß und gleichen einem zierlichen Moose (*Bryopsis*) oder einem Bärlappe oder gar einer vollkommenen Blütenpflanze mit Stengel, Wurzeln und Blättern (*Caulerpa*) (Fig. 17). Und dennoch besteht dieser ganze große und vielfach äußerlich differenzirte Körper innerlich aus einem ganz einfachen

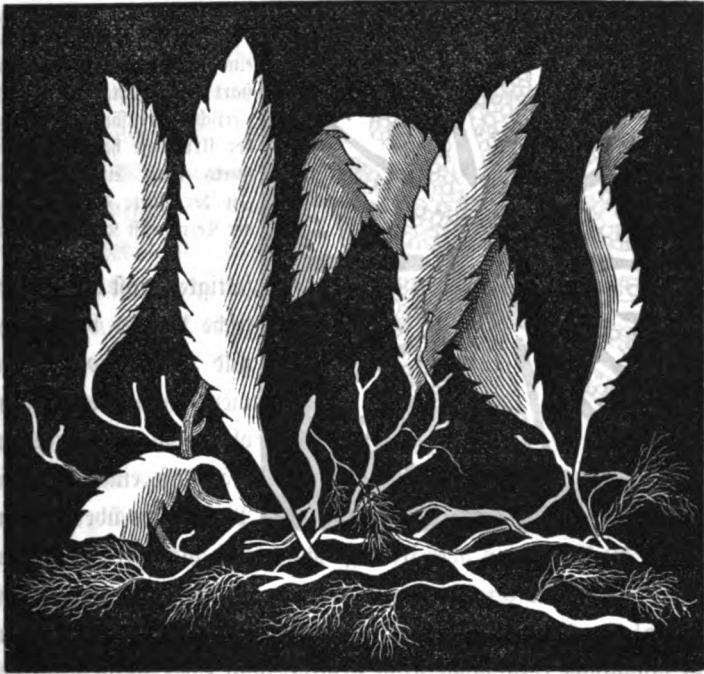


Fig. 17. *Caulerpa denticalata*, eine monoplastide Siphonoe in natürlicher Größe. Die ganze verzweigte Urpflanze, welche aus einem kriechenden Stengel mit Wurzelfaser-Büschelein und gezähnten Laubblättern zu bestehen scheint, ist in Wirklichkeit nur eine einzige Plaste, und zwar eine (kernlose) Cytode, noch nicht einmal von dem Formwerth einer (kernhaltigen) Zelle.

Schlauche, der nur den Formwerth einer einzigen Cytode besitzt. Diese wunderbaren Siphonoeen, Baucherien und Caulerpen, zeigen uns, wie weit es die einzelne Cytode als ein einfachstes Individuum erster Ordnung durch fortgesetzte Anpassung an die Verhältnisse der Außenwelt bringen kann. Auch die einzelligen Urpflanzen, welche sich durch den Besitz eines Kernes von den monocytoden unterscheiden, bilden durch vielseitige Anpassung eine große Mannichfaltigkeit von zierlichen Formen, besonders die reizenden Desmidiaceen, von denen als Beispiel in Fig. 18 eine Art von *Euastrum* abgebildet ist. Es ist sehr wahrscheinlich, daß ähnliche Urpflanzen, deren weicher Körper aber nicht der fossilen Erhaltung fähig war, in großer Masse und Mannich-

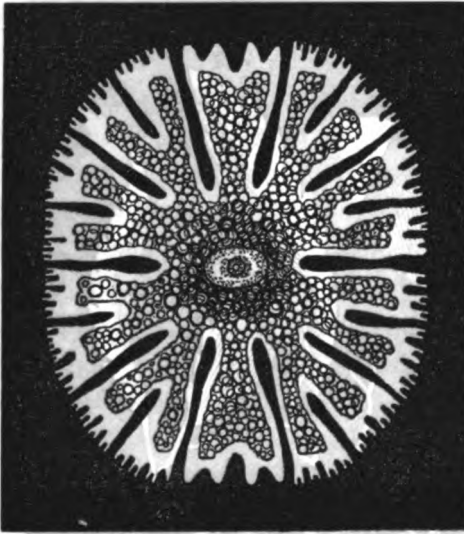


Fig. 18. *Enastrum rota*, eine einzellige Desmidiacee, stark vergrößert. Der ganze zierliche sternförmige Körper der Urpflanze hat den Formwerth einer einzigen Zelle. In der Mitte derselben liegt der Kern nebst Kernkörperchen.

faltigkeit einst das laurentische Urmeer bevölkerten und einen großen Formenreichtum entfalteten, ohne doch die Individualitätsstufe einer einfachen Plastide zu überschreiten.

An die Urpflanzen oder Urtange schließt sich als zweite Klasse der Algen zunächst die Gruppe der Grüntange (Chlorophyceae) oder Grünalgen (Chloralgae) an. Gleich der Mehrzahl der ersteren sind auch sämtliche Grüntange grün gefärbt, und zwar durch denselben Farbstoff, das Blattgrün oder Chlorophyll, welches auch die Blätter aller höheren Gewächse grün färbt. Zu dieser Klasse gehören außer einer großen Anzahl von niederen Seetangen die allermeisten Tange des süßen Wassers, die gemeinen Wasserfäden oder Conserven, die grünen Schleimkugeln oder Globosphären, der hellgrüne Wasser Salat oder die Ulven, welche einem sehr dünnen und langen Salatblatte gleichen, ferner zahlreiche mikroskopisch kleine Tange, welche in dichter Masse zusammengehäuft einen hellgrünen schleimigen Ueberzug über allerlei im Wasser liegende Gegenstände, Holz, Steine u. s. w. bilden, sich aber durch die Zusammensetzung und Differenzirung ihres Körpers bereits über die einfachen Urtange erheben. Da die Grüntange, gleich den Urtangen, meistens einen sehr weichen Körper besitzen, waren sie nur sehr selten der Versteinerung fähig. Es kann aber wohl nicht bezweifelt werden, daß auch diese Algenklasse, welche sich zunächst aus der vorhergehenden entwickelt hat, gleich jener in früherer Zeit die sü-

ßen und salzigen Gewässer der Erde in der größten Ausdehnung und Mannichfaltigkeit bevölkerte.

In der dritten Klasse, derjenigen der Brauntange (Phaeophyceae) oder Schwartztange (Fucoideae) erreicht die Hauptklasse der Algen ihren höchsten Entwicklungsgrad, wenigstens in Bezug auf die körperliche Größe. Die charakteristische Farbe der Fucoideen ist meist ein mehr oder minder dunkles Braun, bald mehr in Olivengrün und Gelbgrün, bald mehr in Braunroth und Schwarz übergehend. Hierher gehören die größten aller Tange, welche zugleich die längsten von allen Pflanzen sind, die colossalen Riesentange, unter denen *Macrocystis pyrifera* an der californischen Küste eine Länge von 400 Fuß erreicht. Aber auch unter unseren einheimischen Tangen gehören die ansehnlichsten Formen zu dieser Gruppe, so namentlich der stattliche Zuckertang (*Laminaria*), dessen schleimige olivengrüne Thalluskörper, riesigen Blättern von 10 — 15 Fuß Länge, $\frac{1}{4}$ — 1 Fuß Breite gleichend, in großen Massen an der Küste der Nord- und Ostsee ausgeworfen werden. Auch der in unseren Meeren gemeine Blasentang (*Fucus vesiculosus*), dessen mehrfach gabelförmig gespaltenes Laub durch viele eingeschlossene Luftblasen, (wie bei vielen anderen Brauntangen) auf dem Wasser schwimmend erhalten wird, gehört zu dieser Klasse; ebenso der freischwimmende Sargassotang (*Sargassum bacciferum*), welcher die schwimmenden Wiesen oder Bänke des Sargassomeeres bildet. Obwohl jedes Individuum von diesen großen Tangbäumen aus vielen Millionen von Zellen zusammengesetzt ist, besteht es dennoch im Beginne seiner Existenz, gleich allen höheren Pflanzen, aus einer einzigen Zelle, einem einfachen Ei. Dieses Ei ist z. B. bei unserm gemeinen Blasentang eine nackte, hüllenlose Zelle, und ist als solche den nackten Eiern niederer Seethiere, z. B. der Medusen, zum Verwechseln ähnlich (Fig. 19). Fucoideen oder Brauntange sind es wahrscheinlich zum größten Theile gewesen, welche während der Primordialzeit die charakteristischen Tangwälder dieses endlosen Zeitraums zusammengesetzt haben. Die versteinerten Reste, welche uns von denselben (vorzüglich aus der silurischen Zeit) erhalten sind, können uns

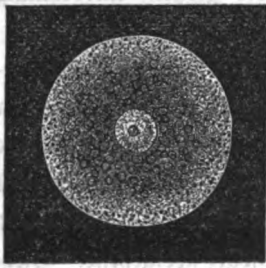


Fig. 19. Das Ei des gemeinen Blasentang (*Fucus vesiculosus*), eine einfache nackte Zelle, stark vergrößert. In der Mitte der nackten Protoplasma-Kugel schimmert der helle Kern hindurch.

allerdings nur eine schwache Vorstellung davon geben, weil die Formen dieser Tange, gleich den meisten anderen, sich nur schlecht zur Erhaltung im fossilen Zustande eignen. Jedoch ist vielleicht, wie schon bemerkt, ein großer Theil der Steinkohle aus denselben zusammengesetzt.

Weniger bedeutend ist die vierte und letzte Klasse der Tange, diejenige der Rosentange (Rhodophyceae) oder Rothtange (Florideae). Zwar entfaltet auch diese Klasse einen großen Reichthum verschiedener Formen. Allein die meisten derselben sind von viel geringerer Größe als die Brauntange. Uebrigens stehen sie den letzteren an Vollkommenheit und Differenzirung der äußeren Form keineswegs nach, übertreffen dieselben vielmehr in mancher Beziehung. Hierher gehören die schönsten und zierlichsten aller Tange, welche sowohl durch die feine Fiederung und Zertheilung ihres Laubkörpers, wie durch reine und zarte rothe Färbung zu den reizendsten Pflanzen gehören. Die charakteristische rothe Farbe ist bald ein tiefes Purpur-, bald ein brennendes Scharlach-, bald ein zartes Rosenroth, und geht einerseits in violette und purpurblaue, andererseits in braune und grüne Tinten in bewunderungswürdiger Pracht über. Wer einmal eines unserer nordischen Seebäder besucht hat, wird gewiß schon mit Staunen die reizenden Formen dieser Florideen betrachtet haben, welche auf weißem Papier, zierlich angetrocknet, vielfach zum Verlaufe geboten werden. Die meisten Rothtange sind leider so zart, daß sie gar nicht der Versteinering fähig sind, so die prachtvollen Ptiloten, Plokkamien, Deleserien u. s. w. Doch giebt es einzelne Formen, wie die Chondrien und Sphärokokken, welche einen härteren, oft fast knorpelartigen Thallus besitzen, und von diesen sind uns auch manche versteinerte Reste, namentlich aus den silurischen, devonischen und Kohlen-schichten, spä-

ter besonders aus dem Jura erhalten worden. Wahrscheinlich nahm auch diese Klasse an der Zusammensetzung der archolithischen Tangflora wesentlichen Antheil.

Wenn Sie nun nochmals einen Rückblick auf die Flora der Primordialzeit werfen, welche ausschließlich von der Hauptklasse der Tange gebildet wurde, so finden Sie, daß die vier untergeordneten Klassen derselben wahrscheinlich in ähnlicher Weise an der Zusammensetzung jener submarinen Wälder des Urmeeres sich betheiligt haben, wie in der Gegenwart die vier physiognomischen Vegetationstypen der stämmigen Bäume, der blumigen Kräuter, des buschigen Grases und der zartlaubigen Farne und Moose an der Zusammensetzung unserer Landwälder Theil nehmen. Man könnte in dieser Beziehung sagen, daß die unterseeischen Waldbäume der Primordialzeit durch die mächtigen Brauntange oder Fucoideen gebildet wurden. Die farbigen Blumen zu den Füßen dieser Baumriesen wurden durch die bunten Rothtange oder Florideen vertreten. Das grüne Gras dazwischen bildeten die haarbüscheligen Grüntange oder Chloralgen. Das zarte Laub der Farne und Moose endlich, welches den Boden unserer Wälder bedeckt, die Lücken ausfüllt, welche die anderen Pflanzen übrig lassen, und selbst auf den Stämmen der Bäume sich ansiedelt, wird damals ähnliche Vertreter in den mosähnlichen und farnähnlichen Siphoneen, in den Caulerpen und Bryopsen aus der Klasse der Urtange, der Protophyten oder Archephyceen gehabt haben.

Was die Verwandtschaftsverhältnisse der verschiedenen Tangklassen zu einander und zu den übrigen Pflanzen betrifft, so bilden höchst wahrscheinlich, wie schon bemerkt, die Urtange oder Archephyceen die gemeinsame Wurzel des Stammbaums, nicht allein für die verschiedenen Tangklassen, sondern für das ganze Pflanzenreich. Deshalb können sie auch mit Recht als Urpflanzen oder Protophyten bezeichnet werden. Aus den nackten vegetabilischen Moneren, welche sich im ersten Beginn der laurentischen Periode entwickelten, werden zunächst Hüllcytoden entstanden sein (S. 308), indem der nackte, strukturlose Einweißleib der Moneren sich an der Oberfläche krustenartig verdichtete

oder eine Hülle ausschwitzte. Späterhin werden dann aus diesen Hüllcytoden echte Pflanzenzellen geworden sein, indem im Inneren sich ein Kern oder Nucleus von dem umgebenden Zellstoff oder Plasma sonderte. Die drei Klassen der Grüntange, Brauntange und Rothtange sind vielleicht drei gesonderte Stämme, welche unabhängig von einander aus der gemeinsamen Wurzelgruppe der Urtange entstanden sind und sich dann (ein jeder in seiner Art) weiter entwickelt und vielfach in Ordnungen und Familien verzweigt haben. Die Brauntange und Rothtange haben keine nähere Blutsverwandtschaft zu den übrigen Klassen des Pflanzenreichs. Diese letzteren sind vielmehr aus den Urtangen entstanden, und zwar entweder direkt oder durch Vermittlung der Grüntange. Wahrscheinlich sind einerseits die Moose (aus welchen später die Farne sich entwickelten) aus einer Gruppe der Grüntange, andererseits die Pilze und Flechten aus einer Gruppe der Urtange hervorgegangen. Die Phanerogamen haben sich jedenfalls erst viel später aus den Farnen entwickelt.

Als zweite Hauptklasse des Pflanzenreichs haben wir oben die Fadenpflanzen (Inophyta) angeführt. Wir verstanden darunter die beiden nahverwandten Klassen der Flechten und Pilze. Es ist möglich, daß diese Thalluspflanzen nicht aus den Urtangen entstanden sind, sondern aus einem oder mehreren Moneren, die unabhängig von letzteren durch Urzeugung entstanden. Insbesondere erscheint es denkbar, daß manche von den niedersten Pilzen, wie z. B. manche Gährungspilze, Mikrokokkus-Formen u. s. w. einer Anzahl von verschiedenen archigonon (d. h. durch Urzeugung entstandenen) Moneren ihren Ursprung verdanken. Jedenfalls sind die Fadenpflanzen nicht als Stammeltern der höheren Pflanzenklassen zu betrachten. Sowohl die Flechten als die Pilze unterscheiden sich von diesen durch die Zusammensetzung ihres weichen Körpers aus einem dichten Geflecht von sehr langen, vielfach verschlungenen, eigenthümlichen Fadenzellen, den sogenannten Hypphen, weshalb wir sie eben in der Hauptklasse der Fadenpflanzen zusammenfassen. Irgend bedeutende fossile Reste konnten dieselben wegen ihrer eigenthümlichen Beschaffenheit nicht hinter-

lassen, und so können wir denn die paläontologische Entwicklung derselben nur sehr unsicher errathen.

Die erste Klasse der Fadenpflanzen, die Pilze (Fungi), werden irrthümlich oft Schwämme genannt und daher mit den echten thierischen Schwämmen oder Spongien verwechselt. Sie zeigen einerseits sehr nahe Verwandtschaftsbeziehungen zu den niedersten Algen; insbesondere sind die Tangpilze oder Phycomyeten (die Saprolegnien und Peronosporeen) eigentlich nur durch den Mangel des Blattgrüns oder Chlorophylls von den vorher genannten Schlauchalgen oder Siphonien (den Vaucherien und Caulerpen) verschieden. Andererseits aber haben alle eigentlichen Pilze so viel Eigenthümliches und weichen namentlich durch ihre Ernährungsweise so sehr von allen übrigen Pflanzen ab, daß man sie als eine ganz besondere Hauptgruppe des Pflanzenreichs betrachten könnte. Die übrigen Pflanzen leben größtentheils von anorganischer Nahrung, von einfachen Verbindungen, welche sie zu verwickelteren zusammensetzen. Sie erzeugen Protoplasma durch Zusammensetzung von Wasser, Kohlensäure und Ammoniak. Sie athmen Kohlensäure ein und Sauerstoff aus. Die Pilze dagegen leben, gleich den Thieren, von organischer Nahrung, von verwickelten und lockeren Kohlenstoffverbindungen, welche sie von anderen Organismen erhalten und zersetzen. Sie athmen Sauerstoff ein und Kohlensäure aus, wie die Thiere. Auch bilden sie niemals das Blattgrün oder Chlorophyll, welches für die meisten übrigen Pflanzen so charakteristisch ist. Ebenso erzeugen sie niemals Stärkemehl oder Amylum. Daher haben schon wiederholt hervorragende Botaniker den Vorschlag gemacht, die Pilze ganz aus dem Pflanzenreiche zu entfernen und als ein besonderes drittes Reich zwischen Thier- und Pflanzenreich zu setzen. Dadurch würde unser Protistenreich einen sehr bedeutenden Zuwachs erhalten. Die Pilze würden sich hier den sogenannten „Schleimpilzen“ oder Myxomyceten (die jedoch gar keine Hyphen bilden) zunächst anschließen. Da aber viele Pilze sich auf geschlechtlichem Wege fortpflanzen, und da die meisten Botaniker, der herkömmlichen Anschauung gemäß, die

Pilze als echte Pflanzen betrachten, lassen wir sie hier im Pflanzenreiche stehen, und verbinden sie mit den Flechten, denen sie jedenfalls am nächsten verwandt sind. Der phyletische Ursprung der Pilze wird wohl noch lange im Dunkeln bleiben. Die bereits angedeutete nahe Verwandtschaft der Phykomyceten und Siphoneen (besonders der Saprolegnien und Baucherien) läßt daran denken, daß sie von letzteren abstammen. Die Pilze würden dann als Algen zu betrachten sein, die durch Anpassung an das Schmarogerleben ganz eigenthümlich umgebildet sind. Andererseits sprechen jedoch auch manche Thatsachen für die Vermuthung, daß die niedersten Pilze selbstständig aus archigonon Moneren entsprungen sind.

Die zweite Klasse der Inophyten, die Flechten (Lichenes), sind in phylogenetischer Beziehung sehr merkwürdig. Die überraschenden Entdeckungen der letzten Jahre haben nämlich gelehrt, daß jede Flechte eigentlich aus zwei ganz verschiedenen Pflanzen zusammengesetzt ist, aus einer niederen Algenform (Nostochaceen, Chroococaceen) und aus einer parasitischen Pilzform (Ascomyceten), welche auf der ersteren schmarogt, und von den assimilirten Stoffen lebt, die diese bereitet. Die grünen, Chlorophyllhaltigen Zellen (Gonidien), welche man in jeder Flechte findet, gehören der Alge an. Die farblosen Fäden (Hypphen) dagegen, welche dicht verwebt die Hauptmasse des Flechtenkörpers bilden, gehören dem schmarogenden Pilze an. Immer aber sind beide Pflanzenformen, Pilz und Alge, die man doch als Angehörige zweier ganz verschiedener Hauptklassen betrachtet, so fest mit einander verbunden und so innig durchwachsen, daß Jedermann die Flechte als einen einheitlichen Organismus betrachtet. Die meisten Flechten bilden mehr oder weniger unansehnliche, formlose oder unregelmäßig zerrissene, krustenartige Ueberzüge auf Steinen, Baumrinden u. s. w. Die Farbe derselben wechselt in allen möglichen Abstufungen vom reinsten Weiß, durch Gelb, Roth, Grün, Braun, bis zum dunkelsten Schwarz. Wichtig sind viele Flechten in der Dekonomie der Natur dadurch, daß sie sich auf den trockensten und unfruchtbarsten Orten, insbesondere auf dem nackten Gestein ansiedeln

können, auf welchem keine andere Pflanze leben kann. Die harte schwarze Lava, welche in vulkanischen Gegenden viele Quadratmeilen Bodens bedeckt, und welche oft Jahrhunderte lang jeder Pflanzenansiedelung den hartnäckigsten Widerstand leistet, wird zuerst immer von Flechten bewältigt. Weiße oder graue Steinflechten (*Stereocaulon*) sind es, welche auf den ödesten und todtesten Lavafeldern immer mit der Urbarmachung des nackten Felsenbodens beginnen und denselben für die nachfolgende höhere Vegetation erobern. Ihre absterbenden Leiber bilden die erste Dammerde, in welcher nachher Mose, Farne und Blütenpflanzen festen Fuß fassen können. Auch gegen klimatische Unbilden sind die zähen Flechten unempfindlicher als alle anderen Pflanzen. Daher überziehen ihre trockenen Krusten die nackten Felsen noch in den höchsten, größtentheils mit ewigem Schnee bedeckten Gebirgshöhen, in denen keine andere Pflanze mehr ausdauern kann.

Indem wir nun die Pilze, Flechten und Lauge, welche gewöhnlich als Thalluspflanzen zusammengefaßt werden, verlassen, betreten wir das Gebiet der zweiten großen Hauptabtheilung des Pflanzenreichs, der Prothalluspflanzen (*Prothallophyta*), welche von anderen als phyllogonische Kryptogamen bezeichnet werden (im Gegensatz zu den Thalluspflanzen oder thallogonischen Kryptogamen). Dieses Gebiet umfaßt die beiden Hauptklassen der Mose und Farne. Hier begegnen wir bereits allgemein (wenige der untersten Stufen ausgenommen) der Sonderung des Pflanzenkörpers in zwei verschiedene Grundorgane: Axenorgane (oder Stengel und Wurzel), und Blätter (oder Seitenorgane). Hierin gleichen die Prothalluspflanzen bereits den Blumenpflanzen, und daher faßt man sie neuerdings auch häufig mit diesen als Stockpflanzen oder Cormophyten zusammen. Andererseits aber gleichen die Mose und Farne den Thalluspflanzen durch den Mangel der Blumenbildung und der Samenbildung, und daher stellte sie schon Linné mit diesen als Kryptogamen zusammen, im Gegensatz zu den samenbildenden Pflanzen, den Blumenpflanzen (*Anthophyten* oder *Phanerogamen*).

Unter dem Namen „Prothalluspflanzen“ vereinigen wir die nächst-

verwandten Mose und Farne deshalb, weil bei Beiden sich ein sehr eigenthümlicher und charakteristischer Generationswechsel in der individuellen Entwicklung findet. Jede Art nämlich tritt in zwei verschiedenen Generationen auf, von denen man die eine gewöhnlich als Vorkeim oder Prothallium bezeichnet, die andere dagegen als den eigentlichen Stock oder Cormus des Moses oder des Farns betrachtet. Die erste und ursprüngliche Generation, der Vorkeim oder Prothallus, auch das Prothallium oder Protonema genannt, steht noch auf jener niederen Stufe der Formbildung, welche alle Thalluspflanzen zeitlich zeigen, d. h. es sind Stengel und Blattorgane noch nicht gesondert, und der ganze zellige Körper des Vorkeims stellt einen einfachen Thallus dar. Die zweite und vollkommener Generation der Mose und Farne dagegen, der Stock oder Cormus, bildet einen viel höher organisirten Körper, welcher wie bei den Blumenpflanzen in Stengel und Blatt gesondert ist, ausgenommen bei den niedersten Mosen, bei welchen auch diese Generation noch auf der niederen Stufe der ursprünglichen Thallusbildung stehen bleibt. Mit Ausnahme dieser letzteren erzeugt allgemein bei den Mosen und Farnen die erste Generation, der thallusförmige Vorkeim, eine stockförmige zweite Generation mit Stengel und Blättern; diese erzeugt wiederum den Thallus der ersten Generation u. s. w. Es ist also, wie bei dem gewöhnlichen einfachen Generationswechsel der Thiere, die erste Generation der dritten, fünften u. s. w., die zweite dagegen der vierten, sechsten u. s. w. gleich. (Vergl. oben S. 185.)

Von den beiden Hauptklassen der Prothalluspflanzen stehen die Mose im Allgemeinen auf einer viel tieferen Stufe der Ausbildung, als die Farne, und vermitteln durch ihre niedersten Formen (namentlich in anatomischer Beziehung) den Uebergang von den Thalluspflanzen und speciell von den Tangen zu den Farnen. Der genealogische Zusammenhang der Mose und Farne, welcher dadurch angedeutet wird, läßt sich jedoch nur zwischen den unvollkommensten Formen beider Hauptklassen nachweisen. Die vollkommeneren und höheren Gruppen der Mose und Farne stehen in gar keiner nähe-

ren Beziehung zu einander und entwickeln sich nach ganz entgegengesetzten Richtungen hin. Jedenfalls sind die Mose direkt aus Thal-luspflanzen und zwar wahrscheinlich aus Grüntangen entstanden. Die Farne dagegen stammen wahrscheinlich von ausgestorbenen unbekanntem Muscinen ab, die den niedersten der heutigen Lebermose sehr nahe standen. Für die Schöpfungsgeschichte sind die Farne von weit höherer Bedeutung als die Mose.

Die Hauptklasse der Mose (Muscinae, auch Musci oder Bryophyta genannt) enthält die niederen und unvollkommeneren Pflanzen der Prothallophytengruppe, welche noch gefäßlos sind. Meistens ist ihr Körper so zart und vergänglich, daß er sich nur sehr schlecht zur kenntlichen Erhaltung in versteinertem Zustande eignet. Daher sind die fossilen Reste von allen Moseklassen selten und unbedeutend. Vermuthlich haben sich die Mose schon in sehr früher Zeit aus den Thal-luspflanzen, und zwar aus den Grüntangen entwickelt. Wasserbewohnende Uebergangsformen von letzteren zu den Mosen gab es wahrscheinlich schon in der Primordialzeit und landbewohnende in der Primärzeit. Die Mose der Gegenwart, aus deren stufenweis verschiedener Ausbildung die vergleichende Anatomie Einiges auf ihre Genealogie schließen kann, zerfallen in vier verschiedene Klassen, nämlich 1. die Tangmose; 2. die Lebermose; 3. die Laubmose und 4. die Lorfimose.

Auf der tiefsten Stufe der moseartigen Pflanzen steht die erste Klasse, die Tangmose (Characeae oder Charobrya). Hierher gehören die tangartigen Armleuchterpflanzen (Chara) und Glanzmose (Nitella), welche mit ihren grünen, fadenförmigen, quirlartig von gabelspaltigen Aesten umstellten Stengeln in unseren Teichen und Tümpeln oft dicke Bänke bilden. Einerseits nähern sich die Characeen im anatomischen Bau, besonders der Fortpflanzungsorgane, den Mosen und werden diesen neuerdings unmittelbar angereicht. Andererseits stehen sie durch viele Eigenschaften tief unter den übrigen Mosen und schließen sich vielmehr den Grüntangen oder Chlorophyceen an. Man könnte sie daher wohl als übrig gebliebene und eigen-

thümlich ausgebildete Abkömmlinge von jenen Grüntangen betrachten, aus denen sich die übrigen Mose entwickelt haben. Durch manche Eigenthümlichkeiten sind übrigens die Tangmose so sehr von allen übrigen Pflanzen verschieden, daß viele Botaniker sie als eine besondere Hauptabtheilung des Pflanzenreichs betrachten.

Die zweite Klasse der Mose bilden die Lebermose (*Hepaticae* oder *Thallobrya*). Die hierher gehörigen Mose sind meistens wenig bekannte, kleine und unansehnliche Formen. Die niedersten Formen derselben besitzen noch in beiden Generationen einen einfachen Thallus, wie die Thalluspflanzen, so z. B. die Riccien und Marchantien. Die höheren Lebermose dagegen, die Jungermannien und Verwandte, beginnen allmählich Stengel und Blatt zu sondern, und die höchsten schließen sich unmittelbar an die Laubmose an. Die Lebermose zeigen durch diese Uebergangsbildung ihre direkte Abstammung von den Thallophyten, und zwar von den Grüntangen an.

Diejenigen Mose, welche der Laie gewöhnlich allein kennt, und welche auch in der That den hauptsächlichsten Bestandtheil der ganzen Hauptklasse bilden, gehören zu der dritten Klasse, den Laubmosen (*Musci frondosi*, *Musci* im engeren Sinne oder *Phyllobrya* genannt). Hierher gehören die meisten jener zierlichen Pflänzchen, die zu dichten Gruppen vereinigt, den seidenglänzenden Moossteppich unserer Wälder bilden, oder auch in Gemeinschaft mit Lebermosen und Flechten die Rinde der Bäume überziehen. Als die Wasserbehälter, welche die Feuchtigkeit sorgfältig aufbewahren, sind sie für die Oekonomie der Natur von der größten Wichtigkeit. Wo der Mensch schonungslos die Wälder abholzt und ausrodet, da verschwinden mit den Bäumen auch die Laubmose, welche ihre Rinde bedecken oder im Schutze ihres Schattens den Boden bekleiden und die Lücken zwischen den größeren Gewächsen ausfüllen. Mit den Laubmosen verschwinden aber die nützlichen Wasserbehälter, welche Regen und Thau sammeln und für die Zeiten der Trodnuß aufbewahren. So entsteht eine trostlose Dürre des Bodens, welche das Aufkommen jeder ergiebigen Vegetation vereitelt. In dem größten Theile Süd-

europas, in Griechenland, Italien, Sicilien, Spanien sind durch die rücksichtslose Ausrodung der Wälder die Mose vernichtet und dadurch der Boden seiner nützlichsten Feuchtigkeitsvorräthe beraubt worden; die vormalig blühendsten und üppigsten Landstriche sind in dürre, öde Wüsten verwandelt. Leider nimmt auch in Deutschland neuerdings diese rohe Barbarei immer mehr überhand. Wahrscheinlich haben die kleinen Laubmose jene außerordentlich wichtige Rolle schon seit sehr langer Zeit, vielleicht seit Beginn der Primärzeit gespielt. Da aber ihre zarten Leiber ebenso wenig wie die der übrigen Mose für die deutliche Erhaltung im fossilen Zustande geeignet sind, so kann uns hierüber die Paläontologie keine Auskunft geben.

Als einen besonderen Zweig der Laubmosklasse haben wir endlich die vierte und letzte Mosklasse zu betrachten, die Torfmose (Sphagnaceae oder Sphagnobrya). Wahrscheinlich haben sich dieselben aus einer Abtheilung der Laubmose, vielleicht aber auch direkt aus den Lebermosen entwickelt. Auch von dieser Klasse verräth uns die Versteinerungskunde nicht den Zeitpunkt ihrer Entstehung. Auch diese Mose sind trotz ihres unscheinbaren Aeußeren doch durch ihr massenhaftes Wachsthum für den Naturhaushalt von größter Wichtigkeit. Indem ihre abgestorbenen Leiber auf dem Sumpf- und Moorboden, in dem sie wachsen, sich in vielen Generationen übereinander häufen, bilden sie den Torf, der für die Bodenbildung vieler Gegenden von höchster Bedeutung ist.

Weit mehr als von den Mosen wissen wir durch die Versteinerungskunde von der außerordentlichen Bedeutung, welche die zweite Hauptklasse der Prothalluspflanzen, die der Farne, für die Geschichte der Pflanzenwelt gehabt hat. Die Farne, oder genauer ausgedrückt, die „farnartigen Pflanzen“ (Filicinae oder Pteridoidae, auch Pteridophyta oder Gefäßkryptogamen genannt) bildeten während eines außerordentlich langen Zeitraums, nämlich während des ganzen primären oder paläolithischen Zeitalters, die Hauptmasse der Pflanzenwelt, so daß wir dasselbe geradezu als das Zeitalter der Farnwälder bezeichnen konnten. Seit Anbeginn der devonischen Zeit, in

welcher zum ersten Male landbewohnende Organismen auftraten, während der Ablagerung der devonischen, carbonischen und permischen Schichten, überwogen die farnartigen Pflanzen so sehr alle übrigen, daß jene Benennung dieses Zeitalters in der That gerechtfertigt ist. In den genannten Schichtensystemen, vor allen aber in den ungeheuer mächtigen Steinkohlenflözen der carbonischen oder Steinkohlenzeit, finden wir so zahlreiche und zum Theil wohl erhaltene Reste von Farnen, daß wir uns daraus ein ziemlich lebendiges Bild von der ganz eigenthümlichen Landflora des paläolithischen Zeitalters machen können. Im Jahre 1855 betrug die Gesamtzahl der damals bekannten paläolithischen Pflanzenarten ungefähr Eintausend, und unter diesen befanden sich nicht weniger als 872 farnartige Pflanzen. Unter den übrigen 128 Arten befanden sich 77 Gymnospermen (Nadelhölzer und Palmfarne), 40 Thalluspflanzen (größtentheils Lauge) und gegen 20 nicht sicher bestimmbar e Cormophyten.

Wie schon vorher bemerkt, haben sich die Farne wahrscheinlich aus niederen Lebermosen hervorgebildet, und zwar schon im Beginn der Primärzeit, in der devonischen Periode. In ihrer Organisation erheben sich die Farne bereits bedeutend über die Moose und schließen sich in ihren höheren Formen schon an die Blumenpflanzen an. Während bei den Moosen noch ebenso wie bei den Thalluspflanzen der ganze Körper aus ziemlich gleichartigen, wenig oder nicht differenzirten Zellen zusammengesetzt ist, entwickeln sich im Gewebe der Farne bereits jene eigenthümlich differenzirten Zellenstränge, welche man als Pflanzengefäße und Gefäßbündel bezeichnet, und welche auch bei den Blumenpflanzen allgemein vorkommen. Daher vereinigt man wohl auch die Farne als „Gefäßkryptogamen“ mit den Phanerogamen, und stellt diese „Gefäßpflanzen“ den „Zellenpflanzen“ gegenüber, d. h. den „Zellenkryptogamen“ (Moosen und Thalluspflanzen). Dieser hochwichtige Fortschritt in der Pflanzenorganisation, die Bildung der Gefäße und Gefäßbündel, fand demnach erst in der devonischen Zeit statt, also im Beginn der zweiten und kleineren Hälfte der organischen Erdgeschichte.

Die Hauptklasse der Farne oder Filicinen wird allgemein in vier

verschiedene Klassen eingetheilt, nämlich 1. die Schaftfarne oder Calamophyten, 2. die Laubfarne oder Phyllopteriden, 3. die Wasserfarne oder Hydropteriden, und 4. die Schuppenfarne oder Lepidophyten. Die bei weitem wichtigste und formenreichste von diesen vier Klassen, welche den Hauptbestandtheil der paläolithischen Wälder bildete, waren die Laubfarne und demnächst die Schuppenfarne. Dagegen traten die Schaftfarne schon damals mehr zurück und von den Wasserfarne wissen wir nicht einmal mit Bestimmtheit, ob sie damals schon lebten. Es muß uns schwer fallen, uns eine Vorstellung von dem ganz eigenthümlichen Charakter jener düsteren paläolithischen Farnwälder zu bilden, in denen der ganze bunte Blumenreichtum unserer gegenwärtigen Flora noch völlig fehlte, und welche noch von keinem Vogel belebt wurden. Von Blumenpflanzen existirten damals nur die beiden niedersten Klassen, die nacktsamigen Nadelhölzer und Palmfarne, deren einfache und unscheinbare Blüthen kaum den Namen der Blumen verdienen.

Wahrscheinlich sind alle vier Farnklassen als vier getrennte Aeste des Stammbaums zu betrachten, die aus einem gemeinsamen Hauptaste in der Devonzeit ihren Ursprung nahmen. Jedoch sind einerseits die niederen Schaftfarne näher mit den Laubfarne, andererseits die höheren Schuppenfarne näher mit den Wasserfarne verwandt, so daß man auch zwei gabelspaltige Aeste oder einen doppelt gabelspaltigen Hauptast als die Stammbasis der ganzen Gruppe ansehen kann.

Auf der niedersten Organisationsstufe bleibt unter den Farnen die erste Klasse stehen, die Schaftfarne (Calamariae oder Calamophyta). Sie umfaßt drei verschiedene Ordnungen, von denen nur eine noch gegenwärtig lebt, nämlich die Schafthalme oder Schachtelhalme (Equisetaceae). Die beiden anderen Ordnungen, die Riesenhalme (Calamiteae) und die Sternblattthalme (Asterophylliteae) sind längst ausgestorben. Alle Schaftfarne zeichnen sich durch einen hohlen und gegliederten Schaft, Stengel oder Stamm aus, an welchem Aeste und Blätter, wenn sie vorhanden sind, quirlförmig um die Stengelglieder herumstehen. Die hohlen

Stengelglieder sind durch Querscheidewände von einander getrennt. Bei den Schafthalmen und Calamiten ist die Oberfläche von längsverlaufenden parallelen Rippen durchzogen, wie bei einer cannelirten Säule, und die Oberhaut enthält so viel Kieselerde, daß sie zum Scheuern und Poliren verwendet werden kann. Bei den Sternblattthalmen oder Asterophylliten waren die sternförmig in Quirle gestellten Blätter stärker entwickelt als bei den beiden anderen Ordnungen. In der Gegenwart leben von den Schaftharnen nur noch die unansehnlichen Schafthalme oder Equisetum-Arten unserer Sümpfe und Moore, welche während der ganzen Primär- und Secundärzeit durch mächtige Bäume aus der Gattung Equisetites vertreten waren. Zur selben Zeit lebte auch die nächstverwandte Ordnung der Riesenhalme (Calamites), deren starke Stämme gegen 50 Fuß Höhe erreichten. Die Ordnung der Sternblatthalme (Asterophyllites) dagegen enthielt kleinere, zierliche Pflanzen von sehr eigenthümlicher Form, und blieb ausschließlich auf die Primärzeit beschränkt.

Die Hauptmasse der Farngruppe bildete zu allen Zeiten die Klasse der eigentlichen Farne im engeren Sinne, der Laubfarne oder Wedelfarne (Filices oder Phyllopterides, auch Pterideae genannt). In der gegenwärtigen Flora unserer gemäßigten Zonen spielt diese Klasse nur eine untergeordnete Rolle, da sie hier meistens nur durch die niedrigen stammlosen Farnkräuter vertreten ist. In der heißen Zone dagegen, namentlich in den feuchten, dampfenden Wäldern der Tropengegenden erhebt sie sich noch heutigentags zur Bildung der hochstämmigen, palmenähnlichen Farnbäume. Diese schönen Baumfarne der Gegenwart, welche zu den Hauptzierden unserer Gewächshäuser gehören, können uns aber nur eine schwache Vorstellung von den stattlichen und prachtvollen Laubfarnen der Primärzeit geben, deren mächtige Stämme damals dichtgedrängt ganze Wälder zusammensetzten. Man findet diese Stämme namentlich in den Steinkohlenflözen der Carbonzeit massenhaft über einander gehäuft, und dazwischen vortrefflich erhaltene Abdrücke von den zierlichen Wedeln oder Blättern, welche in schirmartig ausgebreitetem Busche den Gipfel des

Stammes krönten. Die einfache oder mehrfache Zusammensetzung und Fiederung dieser Wedel, der zierliche Verlauf der verästelten Nerven oder Gefäßbündel in ihrem zarten Laube ist an den Abdrücken der paläolithischen Farnwedel noch so deutlich zu erkennen, wie an den Farnwedeln der Jetztzeit. Bei Vielen sind selbst die Fruchthäufchen, welche auf der Unterfläche der Wedel vertheilt sind, ganz deutlich erhalten. Nach der Steinkohlenzeit nahm das Uebergewicht der Laubfarne bereits ab und schon gegen Ende der Secundärzeit spielten sie eine fast so untergeordnete Rolle wie in der Gegenwart.

Am wenigsten bekannt von allen Farnen ist uns die Geschichte der dritten Klasse, der Wurzelfarne oder Wasserfarne (Rhizocarpeae oder Hydropterides). In ihrem Bau schließen sich diese, im süßen Wasser lebenden Farne einerseits an die Laubfarne, andererseits an die Schuppenfarne an, sind jedoch den letzteren und dadurch auch den Blumenpflanzen näher verwandt, als die ersteren. Es gehören hierher die wenig bekannten Mosfarne (*Salvinia*), Kleefarne (*Marsilea*) und Pillenfarne (*Pilularia*) in den süßen Gewässern unserer Heimath, ferner die größere schwimmende *Azolla* der Tropenteiche. Die meisten Wasserfarne sind von zarter Beschaffenheit und deshalb wenig zur Versteinering geeignet. Daher mag es wohl rühren, daß ihre fossilen Reste so selten sind, und daß die ältesten derselben, die wir kennen, im Jura gefunden wurden. Wahrscheinlich ist aber die Klasse viel älter und hat sich bereits während der paläolithischen Zeit aus anderen Farnen durch Anpassung an das Wasserleben entwickelt.

Die vierte und letzte Farnklasse bilden die Schuppenfarne (*Lepidophyta* oder *Selagines*). Sie entwickelten sich höher als alle übrigen Farne und bilden bereits den Uebergang zu den Blumenpflanzen, die sich aus ihnen zunächst hervorgebildet haben. Nächst den Wedelfarnen waren sie am meisten an der Zusammensetzung der paläolithischen Farnwälder betheilig. Auch diese Klasse enthält, gleichwie die Klasse der Schafftarne, drei nahe verwandte, aber doch mehrfach verschiedene Ordnungen, von denen nur noch eine am Leben, die beiden anderen aber bereits gegen Ende der Steinkohlenzeit aus-

gestorben sind. Die heute noch lebenden Schuppenfarne gehören zur Ordnung der Bärlappe (*Lycopodiaceae*). Es sind meistens kleine und zierliche, moosähnliche Pflänzchen, deren zarter, in vielen Windungen schlangenartig auf dem Boden kriechender und vielverästelter Stengel dicht von schuppenähnlichen und sich deckenden Blättchen eingehüllt ist. Die zierlichen *Lycopodium*-Ranken unserer Wälder, welche die Gebirgsreisenden um ihre Hüte winden, werden Ihnen Allen bekannt sein, ebenso die noch zartere *Selaginella*, welche als sogenanntes „Rankenmoos“ den Boden unserer Gewächshäuser als dichter Teppich ziert. Die größten Bärlappe der Gegenwart leben auf den Sundainseln und erheben sich dort zu Stämmen von einem halben Fuß Dicke und 25 Fuß Höhe. Aber in der Primärzeit und Secundärzeit waren noch größere Bäume dieser Art weit verbreitet, von denen die ältesten wahrscheinlich zu den Stammeltern der Nadelhölzer gehören (*Lycopodites*). Die mächtigste Entwidlung erreichte jedoch die Klasse der Schuppenfarne während der Primärzeit nicht in den Bärlappbäumen, sondern in den beiden Ordnungen der Schuppenbäume (*Lepidodendreae*) und der Siegelbäume (*Sigillarieae*). Diese beiden Ordnungen treten schon in der Devonzeit mit einzelnen Arten auf, erreichen jedoch ihre massenhafte und erstaunliche Ausbildung erst in der Steinkohlenzeit, und sterben bereits gegen Ende derselben oder in der darauf folgenden permischen Periode wieder aus. Die Schuppenbäume oder *Lepidodendren* waren wahrscheinlich den Bärlappen noch näher verwandt, als die Siegelbäume. Sie erhoben sich zu prachtvollen, unverästelten und gerade aufsteigenden Stämmen, die sich am Gipfel nach Art eines Kronleuchters gabelspaltig in zahlreiche Äste theilten. Diese trugen eine mächtige Krone von Schuppenblättern und waren gleich dem Stamm in zierlichen Spirallinien von den Narben oder Ansatzstellen der abgefallenen Blätter bedeckt. Man kennt Schuppenbäume von 40—60 Fuß Länge und 12—15 Fuß Durchmesser am Wurzelende. Einzelne Stämme sollen selbst mehr als hundert Fuß lang sein. Noch viel massenhafter finden sich in der Steinkohle die nicht minder ho-

hen, aber schlankeren Stämme der merkwürdigen Siegelbäume oder Sigillarien angehäuft, die an manchen Orten hauptsächlich die Steinkohlenflöße zusammensetzen. Ihre Wurzelstöcke hat man früher als eine ganz besondere Pflanzenform (Stigmaria) beschrieben. Die Siegelbäume sind in vieler Beziehung den Schuppenbäumen sehr ähnlich, weichen jedoch durch ihren anatomischen Bau schon mehrfach von diesen und von den Farnen überhaupt ab, und scheinen einen directen Uebergang zu den Gymnospermen zu bilden.

Indem wir nun die dichten Farnwälder der Primärzeit verlassen, welche vorzugsweise aus den Laubfarnen, aus den Schuppenbäumen und Siegelbäumen zusammengesetzt sind, treten wir in die nicht minder charakteristischen Nadelwälder der Secundärzeit hinüber. Damit treten wir aber zugleich aus dem Bereiche der blumenlosen und samenlosen Pflanzen oder Kryptogamen in die zweite Hauptabtheilung des Pflanzenreichs, in das Unterreich der samenbildenden Pflanzen, der Blumenpflanzen oder Phanerogamen hinein. Diese formenreiche Abtheilung, welche die Hauptmasse der jetzt lebenden Pflanzenwelt, und namentlich die große Mehrzahl der landbewohnenden Pflanzen enthält, ist jedenfalls viel jüngeren Alters, als die Abtheilung der Kryptogamen. Denn sie kann erst im Laufe des paläolithischen Zeitalters aus dieser letzteren sich entwickelt haben. Mit voller Gewißheit können wir behaupten, daß während des ganzen archolithischen Zeitalters, also während der ersten und längeren Hälfte der organischen Erdgeschichte, noch gar keine Blumenpflanzen existirten, und daß sie sich erst während der Primärzeit aus farnartigen Kryptogamen entwickelt haben. Die anatomische und embryologische Verwandtschaft der Phanerogamen mit diesen letzteren ist so innig, daß wir daraus mit Sicherheit auch auf ihren genealogischen Zusammenhang, ihre wirkliche Blutsverwandtschaft schließen können. Die Blumenpflanzen können unmittelbar weder aus Thalluspflanzen noch aus Moosen, sondern nur aus Farnen oder Filicinen entstanden sein. Höchst wahrscheinlich sind die Schuppenfarne oder Lepidophyten, und zwar Bärlapp-Pflanzen oder Lycopodiaceen, welche der heu-

tigen Selaginella sehr nahe verwandt waren, die unmittelbaren Vorfahren der Phanerogamen gewesen.

Schon seit langer Zeit hat man auf Grund des inneren anatomischen Baues und der embryologischen Entwicklung das Unterreich der Phanerogamen in zwei große Hauptklassen eingetheilt, in die Nacktsamigen oder Gymnospermen und in die Decksamigen oder Angiospermen. Diese letzteren sind in jeder Beziehung vollkommener und höher organisirt als die ersteren, und haben sich erst später, im Laufe der Secundärzeit, aus jenen entwickelt. Die Gymnospermen bilden sowohl anatomisch als embryologisch die vermittelnde Uebergangsgruppe von den Farnen zu den Angiospermen.

Die niedere, unvollkommenere und ältere von den beiden Hauptklassen der Blumenpflanzen, die der Nacktsamigen (Gymnospermae) erreichte ihre mannichfaltigste Ausbildung und ihre weiteste Verbreitung während der mesolithischen oder Secundärzeit. Sie ist für dieses Zeitalter nicht minder charakteristisch, wie die Farngruppe für das vorhergehende primäre, und wie die Angiospermengruppe für das nachfolgende tertiäre Zeitalter. Wir konnten daher die Secundärzeit auch als den Zeitraum der Gymnospermen, oder nach ihren bedeutendsten Vertretern als das Zeitalter der Nadelhölzer bezeichnen. Von den beiden Klassen, in welche die Gymnospermen zerfallen, den Nadelhölzern und Palmfarnen, ist die erstere am stärksten in der Triaszeit, die letztere in der Jurazeit entwickelt. Jedoch fällt die Entstehung der ganzen Hauptklasse schon in eine frühere Zeit. Wir finden versteinerte Reste von beiden Klassen derselben bereits in der Steinkohle vor, und müssen daraus schließen, daß der Uebergang von Schuppenfarnen in Gymnospermen bereits während der Steinkohlenzeit, oder vielleicht selbst schon in der devonischen Zeit erfolgt ist. Immerhin spielen die Nacktsamigen während der ganzen folgenden Primärzeit nur eine sehr untergeordnete Rolle und gewinnen die Herrschaft über die Farne erst im Beginn der Secundärzeit.

Von den beiden Klassen der Gymnospermen steht diejenige der Palmfarne oder Zamien (Cycadeae) auf der niedersten Stufe

und schließt sich, wie schon der Name sagt, unmittelbar an die Farne an, so daß sie selbst von manchen Botanikern wirklich mit dieser Gruppe in Systeme vereinigt wurde. In der äußeren Gestalt gleichen sie sowohl den Palmen, als den Farnbäumen oder baumartigen Laubfarnen und tragen eine aus Fiederblättern zusammengesetzte Krone, welche entweder auf einem dicken niedrigen Strunke oder auf einem schlanken, einfachen, säulenförmigen Stamme sitzt. In der Gegenwart ist diese einst formenreiche Klasse nur noch durch wenige, in der heißen Zone lebende Formen dürftig vertreten, durch die niedrigen Zapfenfarne (*Zamia*), die dickstämmigen Brodfarne (*Encephalartos*), und die schlankstämmigen Kollfarne (*Cycas*). Man findet sie häufig in unseren Treibhäusern, wo sie gewöhnlich mit Palmen verwechselt werden. Eine viel größere Formenmannichfaltigkeit als die lebenden, bieten uns die ausgestorbenen und versteinerten Zapfenfarne, welche namentlich in der Mitte der Secundärzeit, während der Juraperiode in größter Masse auftraten und damals vorzugsweise den Charakter der Wälder bestimmten.

In größerer Formenmannichfaltigkeit als die Klasse der Palmfarne hat sich bis auf unsere Zeit der andere Zweig der Gymnospermengruppe erhalten, die Klasse der Nadelhölzer oder Zapfenbäume (*Coniferae*). Noch gegenwärtig spielen die dazu gehörigen Cypressen, Wachholder und Lebensbäume (*Thuja*), die Tagus und Ginkobäume (*Salisburya*), die Araucarien und Cedern, vor allen aber die formenreiche Gattung *Pinus* mit ihren zahlreichen und bedeutenden Arten, den verschiedenen Kiefern, Pinien, Lannen, Fichten, Lärchen u. s. w. in den verschiedensten Gegenden der Erde eine sehr bedeutende Rolle, und setzen ausgedehnte Waldgebiete fast allein zusammen. Doch erscheint diese Entwicklung der Nadelhölzer schwach im Vergleiche zu der ganz überwiegenden Herrschaft, welche sich diese Klasse während der älteren Secundärzeit, in der Triasperiode, über die übrigen Pflanzen erworben hatte. Damals bildeten mächtige Zapfenbäume in verhältnißmäßig wenigen Gattungen und Arten, aber in ungeheuren Massen von Individuen beisammen stehend, den

Hauptbestandtheil der mesolithischen Wälder. Sie rechtfertigen die Benennung der Secundärzeit als des „Zeitalters der Nadelwälder“, obwohl die Coniferen schon in der Jurazeit von den Cycadeen überflügelt wurden.

Aus den Nadelwäldern der mesolithischen oder Secundärzeit treten wir in die Laubwälder der cenolithischen oder Tertiärzeit hinüber und gelangen dadurch zur Betrachtung der sechsten und letzten Hauptklasse des Pflanzenreichs, der Decksamigen (Angiospermae). Wie schon vorher bemerkt, hat sich diese zweite Hauptklasse der Blumenpflanzen erst viel später als die Nacktsamigen, und zwar aus einem Zweige dieser letzteren entwickelt. Da unter den bekannten Gymnospermen die Gnetaaceen (eine eigenthümliche Abtheilung der Coniferen) den Angiospermen am nächsten stehen, so ist der Ursprung der letzteren vermuthlich in dieser Gruppe zu suchen. Die ersten sicheren und unzweifelhaften Versteinerungen von Decksamigen finden wir in den Schichten des Kreidensystems, und zwar kommen hier neben einander Reste von den beiden Klassen vor, in welche man die Hauptklasse der Angiospermen allgemein eintheilt, nämlich Einkeimblättrige oder Monocotylen und Zweikeimblättrige oder Dicotylen. Die letzteren sind wohl nicht älter als die Kreidezeit. Dagegen sind die ersteren möglicherweise auch schon früher vorhanden gewesen. Wir kennen nämlich eine Anzahl von zweifelhaften und nicht sicher bestimmbar fossilen Pflanzenresten aus der Jurazeit und aus der Triaszeit, welche von manchen Botanikern bereits für Monocotylen, von anderen dagegen für Gymnospermen gehalten werden. Selbst in den Steinkohlenschichten glaubte man Monocotylenreste gefunden zu haben, die sich aber neuerdings als Ueberbleibsel entweder von Nacktsamigen oder von Farnen herausgestellt haben. Demnach scheint es jetzt sicher zu sein, daß die Klasse der Decksamigen erst während der Secundärzeit aus den Nacktsamigen entstanden ist. Was die beiden Klassen der Decksamigen betrifft, Monocotylen und Dicotylen, so haben sich entweder beide Zweige

aus einem gemeinsamen Stammaste, oder die eine Klasse hat sich erst später aus der anderen entwickelt.

Die Klasse der Einkeimblättrigen oder Einsamenlappigen (Monocotylae oder Monocotyledones, auch Endogenae genannt) umfaßt diejenigen Blumenpflanzen, deren Samen nur ein einziges Keimblatt oder einen sogenannten Samenlappen (Cotyledon) besitzt. Jeder Blattkreis ihrer Blume enthält in der großen Mehrzahl der Fälle drei Blätter, und es ist sehr wahrscheinlich, daß die gemeinsame Mutterpflanze aller Monocotylen eine regelmäßige und dreizählige Blüthe besaß. Die Blätter sind meistens einfach, von einfachen, graden Gefäßbündeln oder sogenannten „Nerven“ durchzogen. Zu dieser Klasse gehören die umfangreichen Familien der Binsen und Gräser, Lilien und Schwertlilien, Orchideen und Dioscoreen, ferner eine Anzahl einheimischer Wasserpflanzen, die Wasserlinsen, Rohrkolben, Seegräser u. s. w. und endlich die prachtvollen, höchst entwickelten Familien der Aroideen und Pandaneen, der Bananen und Palmen. Im Ganzen ist die Monocotylenklasse trotz aller Formenmannichfaltigkeit, die sie in der Tertiärzeit und in der Gegenwart entwickelt hat, viel einförmiger organisiert, als die Dicotylenklasse, und auch ihre geschichtliche Entwicklung bietet ein viel geringeres Interesse. Da ihre versteinerten Reste meistens schwer zu erkennen sind, so bleibt die Frage vorläufig noch offen, in welchem der drei großen secundären Zeiträume, Trias-, Jura- oder Kreidezeit, die Monocotylen entstanden sind. Jedenfalls existirten sie in der Kreidezeit schon eben so sicher wie die Dicotylen.

Viel größeres historisches und anatomisches Interesse bietet in der Entwicklung ihrer untergeordneten Gruppen die zweite Klasse der Decksamigen, die Zweikeimblättrigen oder Zweisamenlappigen (Dicotylae oder Dicotyledones, auch Exogenae benannt). Die Blumenpflanzen dieser Klasse besitzen, wie ihr Name sagt, gewöhnlich zwei Samenlappen oder Keimblätter (Cotyledonen). Die Grundzahl in der Zusammensetzung ihrer Blüthe ist gewöhnlich nicht drei, wie bei den meisten Monocotylen, sondern vier oder fünf,

oder ein Vielfaches davon. Ferner sind ihre Blätter gewöhnlich höher differenzirt und mehr zusammengesetzt, als die der Monocotylen, und von gekrümmten, verästelten Gefäßbündeln oder „Abern“ durchzogen. Zu dieser Klasse gehören die meisten Laubbäume, und da dieselbe in der Tertiärzeit schon ebenso wie in der Gegenwart das Uebergewicht über die Gymnospermen und Farne besaß, so konnten wir das cenolithische Zeitalter auch als das der Laubwälder bezeichnen.

Obwohl die Mehrzahl der Dicotylen zu den höchsten und vollkommensten Pflanzen gehört, so schließt sich doch die niederste Abtheilung derselben unmittelbar an die Monocotylen an und stimmt mit diesen namentlich darin überein, daß in ihrer Blüthe Kelch und Blumenkrone noch nicht gesondert sind. Man nennt sie daher Kelchblüthige (Monochlamydeae oder Apetalae). Diese Unterklasse ist daher ohne Zweifel als die Stammgruppe der Dicotylen anzusehen. Es gehören dahin die meisten läächentragenden Laubbäume, die Birken und Erlen, Weiden und Pappeln, Buchen und Eichen, ferner die nesselartigen Pflanzen, Nesseln, Hanf und Hopfen, Feigen, Maulbeeren und Rüstern, endlich die wolfsmilchartigen, lorbeerartigen, amaranthartigen Pflanzen u. s. w.

Neben den Kelchblüthigen lebte aber in der Kreidezeit auch schon die zweite und vollkommnere Unterklasse der Dicotylen, die Gruppe der Kronenblüthigen (Dichlamydeae oder Corolliflorae). Diese entstanden aus den Kelchblüthigen dadurch, daß sich die einfache Blüthenhülle der letzteren in Kelch und Krone differenzirte. Die Unterklasse der Kronenblüthigen zerfällt wiederum in zwei große Hauptabtheilungen oder Regionen, deren jede eine große Menge von verschiedenen Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten enthält. Die erste Region führt den Namen der Sternblüthigen oder Diapetalen, die zweite den Namen der Glockenblüthigen oder Gamopetalen.

Die tiefer stehende und unvollkommnere von den beiden Regionen der Kronenblüthigen sind die Sternblüthigen (Diapetalae, auch Polypetalae oder Dialypetalae genannt). Hierher gehören die umfangreichen Familien der Doldenblüthigen oder Umbelliferen, der

Haupt-Abtheilungen des Pflanzenreichs.		Blumenlose Pflanz					
		Thalluspflanzen. Thallophyta.					
Quartär- Zeit.	Pflanzen- Klassen der Gegenwart.	Tange. Algae.				Fadenpflanzen Jnophyta.	
		Urtange. Protophyta.	Grüntange. Chloro- phyceae.	Brauntange. Fucoideae.	Rothtange Florideae.	Pilze Fungi	Flechten Lichene
Cenolith. oder Tertiaer-Zeit.	Pliocen-Zeit.						
	Miocen-Zeit.						
	Eocen-Zeit.						
Mesolithisches oder Secundäres Zeitalter.	Kreide- Periode.						
	Jura- Periode.						
	Trias- Periode.						
Palaeolithisches oder Primäres Zeitalter.	Perm- Periode.						
	Steinkohlen- Periode.						
	Devon- Periode.						
Archolithisches oder Primordiales Zeitalter.	Silurische Periode.						
	Cambrische Periode.						
	Laurentische Periode.						

Abb. Schütze Lith. Inst. Berlin.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR LENOX
TILDEN FOUNDATION

ne
at
un

Kreuzblüthigen oder Cruciferen, ferner die Ranunculaceen und Cras-fulaceen, Wasserrosen und Gistrosen, Malven und Geranien, und neben vielen anderen namentlich noch die großen Abtheilungen der Rosenblüthigen, (welche außer den Rosen die meisten unserer Obstbäume umfassen) und der Schmetterlingsblüthigen, (welche unter anderen die Wicken, Bohnen, Klee, Ginster, Akacien und Mimosen enthalten). Bei allen diesen Diapetalen bleiben die Blumenblätter getrennt und verwachsen nicht mit einander, wie es bei den Gamopetalen der Fall ist. Die letzteren haben sich erst in der Tertiärzeit aus den Diapetalen entwickelt, während diese schon in der Kreidezeit neben den Kelchblüthigen auftraten.

Die höchste und vollkommenste Gruppe des Pflanzenreichs bildet die zweite Abtheilung der Kronenblüthigen, die Region der Glockenblüthigen (Gamopetalae, auch Monopetalae oder Sympetalae genannt). Hier verwachsen die Blumenblätter, welche bei den übrigen Blumenpflanzen meistens ganz getrennt bleiben, regelmäßig zu einer mehr oder weniger glocken-, trichter- oder röhrenförmigen Krone. Es gehören hierher unter anderen die Glockenblumen und Winden, Primeln und Heidekräuter, Gentiane und Gaisblatt, ferner die Familie der Delbaumartigen (Delbaum, Liguster, Flieder und Esche) und endlich neben vielen anderen Familien die umfangreichen Abtheilungen der Lippenblüthigen (Labiaten) und der Zusammengesetztblüthigen (Compositen). In diesen letzteren erreicht die Differenzirung und Vervollkommnung der Phanerogamenblüthe ihren höchsten Grad, und wir müssen sie daher als die Vollkommensten von allen an die Spitze des Pflanzenreichs stellen. Dem entsprechend tritt die Region der Glockenblüthigen oder Gamopetalen am spätesten von allen Hauptgruppen des Pflanzenreichs in der organischen Erdgeschichte auf, nämlich erst in der cenolithischen oder Tertiärzeit. Selbst in der älteren Tertiärzeit ist sie noch sehr selten, nimmt erst in der mittleren langsam zu und erreicht erst in der neueren Tertiärzeit und in der Quartärzeit ihre volle Ausbildung.

Wenn Sie nun, in der Gegenwart angelangt, nochmals die

ganze geschichtliche Entwicklung des Pflanzenreichs überblicken, so werden sie nicht umhin können, darin lediglich eine großartige Bestätigung der Descendenztheorie zu erblicken. Die beiden großen Grundgesetze der organischen Entwicklung, die wir als die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein nachgewiesen haben, die Gesetze der Differenzirung und der Vervollkommnung, machen sich in der Entwicklung der größeren und kleineren Gruppen des natürlichen Pflanzensystems überall geltend. In jeder größeren und kleineren Periode der organischen Erdgeschichte nimmt das Pflanzenreich sowohl an Mannichfaltigkeit, als an Vollkommenheit zu, wie Ihnen schon ein Blick auf Taf. IV deutlich zeigt. Während der ganzen langen Primordialzeit existirt nur die niederste und unvollkommenste Hauptklasse der Lauge. Zu diesen gesellen sich in der Primärzeit die höheren und vollkommneren Kryptogamen, insbesondere die Hauptklasse der Farne. Schon während der Steinkohlenzeit beginnen sich aus diesen die Phanerogamen zu entwickeln, anfänglich jedoch nur durch die niedere Hauptklasse der Nacksamigen oder Gymnospermen repräsentirt. Erst während der Secundärzeit geht aus diesen die höhere Hauptklasse der Decksamigen oder Angiospermen hervor. Auch von diesen sind anfänglich nur die niederen, kronenlosen Gruppen, die Monocotylen und die Apetalen vorhanden. Erst während der Kreidezeit entwickeln sich aus letzteren die höheren Kronenblüthigen. Aber auch diese höchste Abtheilung ist in der Kreidezeit nur durch die tiefer stehenden Sternblüthigen oder Diapetalen vertreten, und ganz zuletzt erst, in der Tertiärzeit, gehen aus diesen die höher stehenden Glockenblüthigen oder Gamopetalen hervor, die vollkommensten von allen Blumenpflanzen. So erhob sich in jedem jüngeren Abschnitt der organischen Erdgeschichte das Pflanzenreich stufenweise zu einem höheren Grade der Vollkommenheit und der Mannichfaltigkeit.

Achtzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.

I. Pflanzenthierie und Wurmthiere.

Das natürliche System des Thierreichs. System von Linné und Lamarck. Die vier Typen von Vär und Cubier. Vermehrung derselben auf sechs Typen. Genealogische Bedeutung der sechs Typen als selbstständiger Stämme des Thierreichs. Monophyletische und polyphyletische Descendenzhypothese des Thierreichs. Gemeinsamer Ursprung der fünf übrigen Thierstämme aus dem Würmerstamm. Eintheilung der sechs Thierstämme in 16 Hauptklassen und 33 Klassen. Stamm der Pflanzenthierie. Schwämme oder Spongien (Weichschwämme, Hartschwämme). Nesseltiere oder Akalephen (Korallen, Schirmquallen, Kammquallen). Stamm der Wurmthiere. Urtwürmer oder Archelminthen (Infusorien). Weichwürmer oder Scoleciden (Plattwürmer, Rundwürmer). Sackwürmer oder Himategen (Mollusktiere, Manteltiere). Gliedwürmer oder Colelminthen (Sternwürmer, Ringelwürmer, Käderwürmer).

Meine Herren! Das natürliche System der Organismen, welches wir ebenso im Thierreich wie im Pflanzenreich zunächst als Leitfaden für unsere genealogischen Untersuchungen benutzen müssen, ist hier wie dort erst neueren Ursprungs, und wesentlich durch die Fortschritte unseres Jahrhunderts in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie bedingt. Die Klassificationsversuche des vorigen Jahrhunderts bewegten sich fast sämmtlich noch in der Bahn des künstlichen Systems, welches zuerst Carl Linné in strengerer Form aufgestellt hatte. Das künstliche System unterscheidet sich von dem

natürlichen wesentlich dadurch, daß es nicht die gesammte Organisation und die innere, auf der Blutsverwandtschaft beruhende Formverwandtschaft zur Grundlage der Eintheilung macht, sondern nur einzelne und dazu meist noch äußerliche, leicht in die Augen fallende Merkmale. So unterschied Linné seine 24 Klassen des Pflanzenreichs wesentlich nach der Zahl, Bildung und Verbindung der Staubgefäße. Ebenso unterschied derselbe im Thierreiche sechs Klassen wesentlich nach der Beschaffenheit des Herzens und des Blutes. Diese sechs Klassen waren: 1. die Säugethiere; 2. die Vögel; 3. die Amphibien; 4. die Fische; 5. die Insecten und 6. die Würmer. .

Diese sechs Thierklassen Linné's sind aber keineswegs von gleichem Werthe, und es war schon ein wichtiger Fortschritt, als Lamarck zu Ende des vorigen Jahrhunderts die vier ersten Klassen als Wirbelthiere (Vertebrata) zusammenfaßte, und diesen die übrigen Thiere, die Insecten und Würmer Linné's, als eine zweite Hauptabtheilung, als Wirbellose (Invertebrata) gegenüberstellte. Eigentlich griff Lamarck damit auf den Vater der Naturgeschichte, auf Aristoteles zurück, welcher diese beiden großen Hauptgruppen bereits unterschieden, und die ersteren Bluthiere, die letzteren Blutlose genannt hatte.

Den nächsten großen Fortschritt zum natürlichen System des Thierreichs thaten einige Decennien später zwei der verdienstvollsten Zoologen, Carl Ernst Bär und George Cuvier. Wie schon früher erwähnt wurde, stellten dieselben fast gleichzeitig, und unabhängig von einander, die Behauptung auf, daß mehrere grundverschiedene Hauptgruppen im Thierreich zu unterscheiden seien, von denen jede einen ganz eigenthümlichen Bauplan oder Typus besitze. (Vergl. oben S. 48.) In jeder dieser Hauptabtheilungen giebt es eine baumsförmig verzweigte Stufenleiter von sehr einfachen und unvollkommenen bis zu höchst zusammengesetzten und entwickelten Formen. Der Ausbildungsgrad innerhalb eines jeden Typus ist ganz unabhängig von dem eigenthümlichen Bauplan, der dem Typus als besonderer Charakter zu Grunde liegt. Dieser „Typus“

wird durch das eigenthümliche Lagerungsverhältniß der wichtigsten Körpertheile und die Verbindungsweise der Organe bestimmt. Der Ausbildungsgrad dagegen ist abhängig von der mehr oder weniger weitgehenden Arbeitstheilung oder Differenzirung der Plastiden und Organe. Diese außerordentlich wichtige und fruchtbare Idee begründete Bär, welcher sich auf die individuelle Entwicklungsgeschichte der Thiere stützte, viel klarer und tiefer als Cuvier, welcher sich bloß an die Resultate der vergleichenden Anatomie hielt. Doch erkannte weder dieser noch jener die wahre Ursache jenes merkwürdigen Verhältnisses. Diese wird uns erst durch die Descendenztheorie enthüllt. Sie zeigt uns, daß der gemeinsame Typus oder Bauplan durch die Vererbung, der Grad der Ausbildung oder Sonderung dagegen durch die Anpassung bedingt ist. (Gen. Morph. II, 10.)

Sowohl Bär als Cuvier unterschieden im Thierreich vier verschiedene Typen oder Baupläne und theilten dasselbe dem entsprechend in vier große Hauptabtheilungen (Zweige oder Kreise) ein. Die erste von diesen wird durch die Wirbelthiere (Vertebrata) gebildet, welche die vier ersten Klassen Linné's umfassen: die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische. Den zweiten Typus bilden die Gliederthiere (Articulata), welche die Insecten Linné's, also die eigentlichen Insecten, die Tausendfüße, Spinnen und Krebse, außerdem aber auch einen großen Theil der Würmer, insbesondere die gegliederten Würmer enthalten. Die dritte Hauptabtheilung umfaßt die Weichthiere (Mollusca): die Kracken, Schnecken, Muscheln, und einige verwandte Gruppen. Der vierte und letzte Kreis des Thierreichs endlich ist aus den verschiedenen Strahlthieren (Radiata) zusammengesetzt, welche sich auf den ersten Blick von den drei vorhergehenden Typen durch ihre „strahlige“, blumenähnliche Körperform unterscheiden. Während nämlich bei den Weichthieren, Gliederthieren und Wirbelthieren der Körper aus zwei symmetrisch-gleichen Seitenhälften besteht, aus zwei Gegenständen oder Antimeren, von denen das eine das Spiegelbild des anderen darstellt, so ist dagegen bei den sogenannten Strahlthieren der Körper aus mehr als zwei, gewöhnlich

vier, fünf oder sechs Gegenständen zusammengesetzt, welche wie bei einer Blume um eine gemeinsame Hauptaxe gruppiert sind. So auffallend dieser Unterschied zunächst auch erscheint, so ist er doch im Grunde nur untergeordnet, und keineswegs hat die Strahlform bei allen „Strahlthieren“ dieselbe Bedeutung.

Die Aufstellung dieser natürlichen Hauptgruppen, Typen oder Kreise des Thierreichs, durch Bär und Cuvier war der größte Fortschritt in der Klassifikation der Thiere seit Linné. Die drei Gruppen der Wirbelthiere, Gliederthiere und Weichthiere sind so naturgemäÙ, daß sie noch heutzutage in wenig verändertem Umfang beibehalten werden. Dagegen mußte die ganz unnatürliche Vereinigung der Strahlthiere bei genauerer ErkenntniÙ alsbald aufgelöst werden. Zuerst wies Leuckart 1848 nach, daß darunter zwei grundverschiedene Typen vermischt seien, nämlich einerseits die Sternthiere (Echinoderma): die Seeesterne, Seelilien, Seeigel und Seegurken; andererseits die Pflanzenthiere (Coelenterata oder Zoophyta): die Schwämme, Korallen, Schirmquallen und Kammquallen. Gleichzeitig wurden durch Siebold die Infusionsthierchen oder Infusorien mit den WurzelfüÙern oder Rhizopoden in einer besonderen Hauptabtheilung des Thierreichs als Urthiere (Protozoa) vereinigt. Dadurch stieg die Zahl der thierischen Typen oder Kreise auf sechs. Endlich wurde dieselbe noch dadurch um einen siebenten Typus vermehrt, daß die meisten neueren Zoologen die Hauptabtheilung der Gliederthiere oder Articulaten in zwei Gruppen trennten, einerseits die mit gegliederten Beinen versehenen GliederfüÙer (Arthropoda), welche den Insecten im Sinne Linné's entsprechen, nämlich die eigentlichen (sechÙbeinigen) Insecten, die TausendfüÙe, Spinnen und Krebse; andererseits die fuÙlosen oder mit ungegliederten FüÙen versehenen Würmer (Vermes). Diese letzteren umfassen nur die eigentlichen oder echten Würmer (die Ringelwürmer, Rundwürmer, Plattwürmer u. s. w.) und entsprechen daher keineswegs den Würmern in Linné's Sinne, welcher dazu auch noch die Weichthiere, Strahlthiere und viele andere niedere Thiere gerechnet hatte.

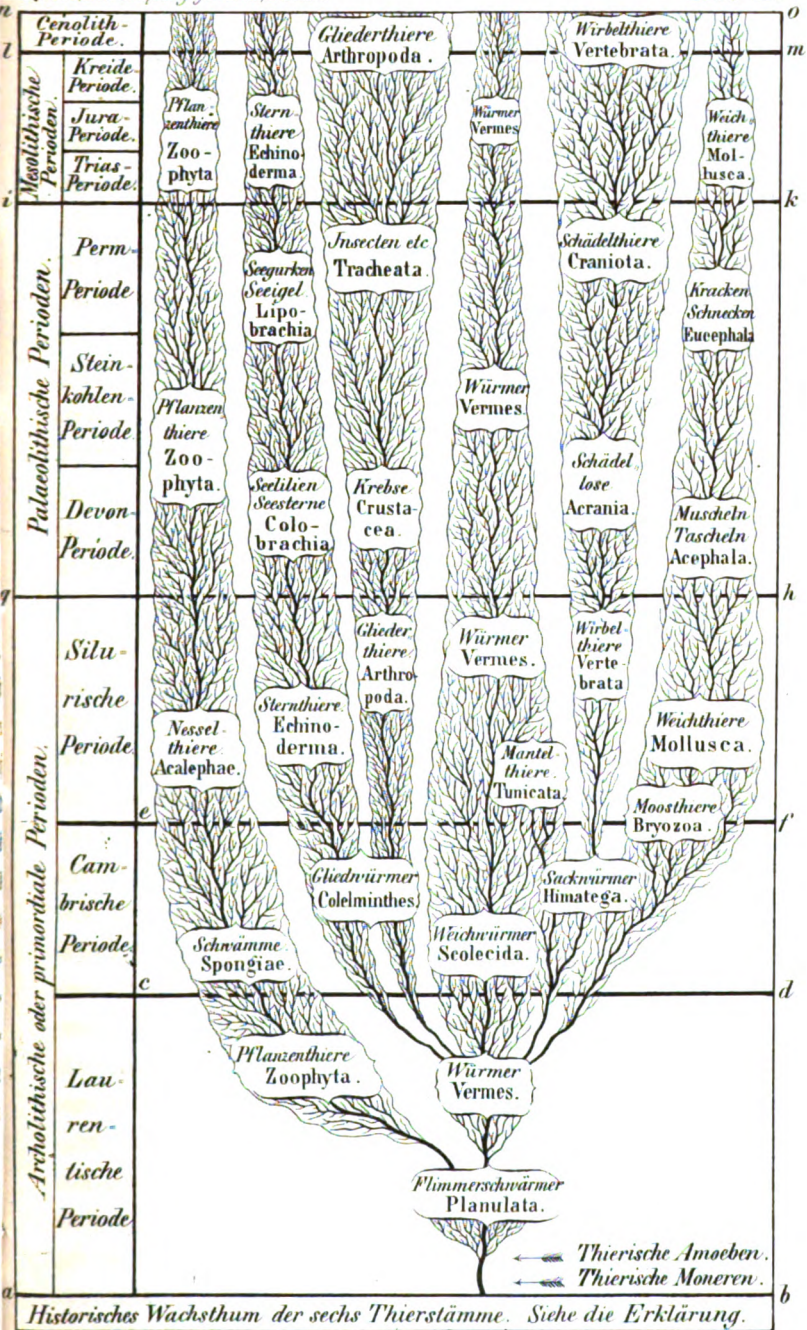
So wäre denn nach der Anschauung der neueren Zoologen, welche Sie fast in allen Hand- und Lehrbüchern der gegenwärtigen Thierkunde vertreten finden, das Thierreich aus sieben ganz verschiedenen Hauptabtheilungen oder Typen zusammengesetzt, deren jede durch einen charakteristischen, ihr ganz eigenthümlichen sogenannten Bauplan ausgezeichnet, und von jeder der anderen völlig verschieden ist. In dem natürlichen System des Thierreichs, welches ich Ihnen jetzt als den wahrscheinlichen Stammbaum desselben entwickeln werde, schließe ich mich im Großen und Ganzen dieser üblichen Eintheilung an, jedoch nicht ohne einige Modificationen, welche ich in Betreff der Genealogie für sehr wichtig halte. Unverändert in ihrem bisherigen Umfange werde ich die drei Typen der Wirbelthiere, Gliedfüßer, und Sternthiere beibehalten. Dagegen müssen die drei Gruppen der Weichthiere, Würmer und Pflanzenthiere einige Veränderungen ihres Gebiets erleiden. Den siebenten und letzten Kreis, den der Urthiere oder Protozoen, löse ich ganz auf. Den größten Theil der jetzt gewöhnlich als Urthiere angesehenen Organismen, nämlich die Wurzelfüßer, Amoeboiden und Geißelschwärmer, betrachte ich als Protisten und habe Ihnen dieselben bereits vorgeführt. Von den beiden noch übrigen Klassen der Urthiere betrachte ich die Schwämme als Wurzel des Pflanzenthierstammes, die Infusorien als Wurzel des Würmerstammes.

Die sechs Zweige oder Kreise des Thierreichs, welche nach Ausscheidung der Protozoen übrig bleiben, sind ohne Zweifel durch ihre Anatomie und Entwicklungsgeschichte dergestalt charakterisirt, daß man sie im Sinne von Bär und Cuvier als selbstständige „Typen“ auffassen kann. Trotz aller Mannichfaltigkeit in der äußeren Form, welche innerhalb jedes dieser Typen sich entwickelt, ist dennoch die Grundlage des inneren Baues, das wesentliche Lagerungsverhältniß der Körperteile, welches den Typus bestimmt, so constant, bei allen Gliedern jedes Typus so übereinstimmend, daß man dieselben eben wegen dieser inneren Formverwandtschaft im natürlichen System in einer einzigen Hauptgruppe vereinigen muß. Daraus folgt aber un-

mittelbar, daß diese Vereinigung auch im Stammbaum des Thierreichs stattfinden muß. Denn die wahre Ursache jener innigen Formverwandtschaft kann nur die wirkliche Blutsverwandtschaft sein. Wir können also ohne Weiteres den wichtigen Satz aufstellen, daß alle Thiere, welche zu einem und demselben Kreis oder Typus gehören, von einer und derselben ursprünglichen Stammform abstammen müssen. Mit anderen Worten, der Begriff des Kreises oder Typus, wie er in der Zoologie seit Bär und Cuvier für die wenigen obersten Hauptgruppen oder „Unterreiche“ des Thierreichs gebräuchlich ist, fällt zusammen mit dem Begriffe des Stammes oder Phylum, wie ihn die Descendenztheorie für die Gesamtheit derjenigen Organismen anwendet, welche ohne Zweifel blutsverwandt sind, und eine gemeinsame Wurzel besitzen.

Die übereinstimmenden Zeugnisse der vergleichenden Anatomie, Embryologie und Paläontologie begründen diese Blutsverwandtschaft aller Angehörigen eines jeden Typus so sicher, daß schon jetzt darüber kein Zweifel herrschen kann. Wenigstens gilt dies von den fünf Stämmen der Wirbelthiere, Gliedfüßer, Weichthiere, Sternthiere und Pflanzenthiere. Zweifelhafter ist es bei den Würmern, deren Kreis auch in seiner heutigen Zusammensetzung immer noch ein buntes Gemisch von sehr verschiedenartigen Thieren darstellt, welche wesentlich nur in negativen Merkmalen, in der tiefen Stufe ihrer Organisation und in dem indifferenten Charakter ihres Baues übereinstimmen. Noch heute ist ebenso wie zu Zeiten Linné's die Würmerklasse die allgemeine Kumpelkammer der Zoologie, in welche die Systematiker alle Thiere hineinwerfen, die sie in keinem anderen Phylum mit Sicherheit unterbringen können. Dieses seltsame Verhältnis hat aber seinen guten Grund, und zwar darin, daß wir mit größter Wahrscheinlichkeit den Würmerstamm (in seinem heutigen Umfang) als die gemeinsame Wurzel oder Stammgruppe des ganzen Thierreichs ansehen können.

Obwohl jeder der fünf Stämme (nach Ausschluß des Würmerstammes), eine aufsteigende baumförmig verzweigte Stufenleiter von



Historisches Wachstum der sechs Thierstämme. Siehe die Erklärung.

sehr einfachen und niederen zu sehr zusammengesetzten und hochorganisirten Thieren darstellt, so sind dennoch die unvollkommensten und niedersten Formen derselben immer bereits so differenzirt, daß sie nicht die ursprünglichen Stammformen des ganzen Stammes darstellen können. Dies gilt ebenso von den niedersten Stufen der Wirbelthiere und Gliedfüßer, wie von den unvollkommensten Formen der Weichthiere, Sternthiere und Pflanzenthiere. Wollen wir daher die ersten und ältesten Vorfahren derselben erkennen, so müssen wir nothwendig auf noch tiefer stehende Organismen zurückgehen.

Die Embryologie der Thiere belehrt uns, daß jedes Individuum sich aus einer einfachen Zelle, einem Ei entwickelt, und hieraus können wir, auf den innigen ursächlichen Zusammenhang zwischen Ontogenie und Phylogenie gestützt, unmittelbar den wichtigen Schluß ziehen, daß auch die ältesten Stammformen eines jeden Phylum einfache Zellen, gleich den Eiern, waren. Diese Zellen selbst müssen, wie ich Ihnen schon früher zeigte, von Moneren abstammen, die durch Urzeugung entstanden sind. Welche Formenkette liegt nun aber zwischen jenen einfachen Stammzellen und zwischen den verhältnißmäßig schon hoch organisirten Thieren, die wir heutzutage als die niedersten und ältesten Formen eines jeden der fünf genannten Stämme ansehen? Auf diese Frage erhalten wir durch die vergleichende Anatomie und Embryologie zwar keine ganz bestimmte Antwort, aber doch einen sehr wichtigen Hinweis. Es zeigt sich nämlich, daß unter der bunten Formenmasse des gestaltenreichen Würmerstammes eine ganze Anzahl von interessanten Thierformen versteckt ist, welche wir mit einem mehr oder weniger hohen Grade von Wahrscheinlichkeit als Uebergangsformen von den niederen Würmern zu den niedersten Entwicklungsstufen der fünf übrigen Stämme ansehen können. Wir dürfen in ihnen noch jetzt lebende nahe Verwandte von jenen längst ausgestorbenen Würmern vermuthen, aus denen sich in alterstgrauer primordialer Vorzeit die fünf Stammformen der fünf übrigen Phylen entwickelten. So gleichen namentlich einige Infusionsthiere den ersten Jugendzuständen der Pflanzenthiere. Einige Weich-

würmer und die Moosthiere schließen sich an die Weichthiere an. Die Sternwürmer und einige Ringelwürmer führen uns zu den Sternthieren hinüber, andere Ringelwürmer dagegen und die Rädertiere zu den Gliedfüßern. Die Mantelthiere endlich schließen sich zunächst an die Wirbelthiere an, indem die Jugendzustände von den niedersten Formen beider Gruppen nahe verwandt sind.

Erwägen wir nun einerseits diese unleugbare anatomische und embryologische Verwandtschaft einzelner Würmergruppen mit den niedersten und tiefstehenden Ausgangsformen der fünf übrigen Stämme, andererseits die vielfache verwandtschaftliche Verkettung, durch welche auch die verschiedenen Gruppen des Würmerstammes trotz aller Verschiedenheiten unter sich innig verbunden sind, so gelangen wir schließlich zu der Anschauung, daß auch für das gesammte Thierreich ein gemeinsamer Ursprung aus einer einzigen Wurzel oder Stammform das Wahrscheinlichste ist. Auch hier, wie im Pflanzenreich, gewinnt bei näherer und eingehenderer Betrachtung die einstämmige oder monophyletische Descendenzhypothese das Uebergewicht über die entgegengesetzte, vielstämmige oder polyphyletische Hypothese.

Die polyphyletische Hypothese vom Ursprung des Thierreichs kann in sehr verschiedener Form gedacht werden. Man könnte es zunächst z. B. für das Wahrscheinlichste halten, daß jeder der sechs thierischen Stämme selbstständigen Ursprungs ist und sich ganz unabhängig von den fünf anderen aus einer besonderen Zellenform entwickelt hat, die von einem besonderen, durch Urzeugung entstandenen Moner abstammt. Gegen diese Vorstellung spricht erstens die merkwürdige Uebereinstimmung der frühesten embryonalen Entwicklungszustände bei den verschiedenen Stämmen, und zweitens die Menge von verbindenden Uebergangsformen, welche einerseits zwischen den verschiedenen Gruppen des Würmerstammes, und andererseits zwischen diesen und den niedersten, auf tiefer Sonderungsstufe stehen gebliebenen Thieren der fünf übrigen Stämme existiren. Ebenso erheben sich gegen alle an-

deren polyphyletischen Hypothesen so gewichtige Bedenken, daß man zu keiner derselben Vertrauen gewinnen kann.

Die wahrscheinlichste genealogische Hypothese über den Ursprung und die paläontologische Entwicklung des Thierreichs ist demnach folgende (S. 449). Durch Urzeugung entstanden zuerst thierische Moneren, gleich denen des Pflanzenreichs und des Protistenreichs ganz einfache und structurlose Plasmastücke, aber von beiden durch Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung ihres eiweißartigen Protoplasma und in dem Stoffwechsel desselben abweichend. Aus diesen chemischen Unterschieden folgte im Kampfe um's Dasein mit Nothwendigkeit ihre Entwicklung zu echt thierischen Formen. Indem im Inneren dieser gleichartigen Moneren sich ein Kern von dem umgebenden Protoplasma sonderte, entstanden die ersten thierischen Zellen, ebenfalls nicht in ihrer Form, sondern nur in ihrer chemischen Zusammensetzung und in ihrem Stoffwechsel von den einfachsten selbstständigen Zellen unter den Urpflanzen und Protisten verschieden. Diese nackten einzelligen Thiere, an Form gleichwerthig den Eiern der vielzelligen Thiere, lebten anfangs selbstständig, gleich den heute noch lebenden Amoeben. Später aber bildeten sie, in Colonien beisammen bleibend, vielzellige Körper, gleich dem kugeligen Haufen von Furchungskugeln, welcher bei den vielzelligen Thieren aus der wiederholten Theilung des Eies entsteht (vergl. Fig. 2, S. 169, und Fig. 3, 4, S. 170). Aus diesen einfachen Haufen gleichartiger Zellen gingen allmählich durch Sonderung und Vervollkommnung die niedersten infusorienartigen Würmer hervor. Die Ontogenie vieler Würmer, ferner vieler Pflanzenthiere, Sternthiere und Weichthiere, wiederholt uns noch heutzutage jenen wichtigen Vorgang der Phylogenie, indem das gefurchte Ei, d. h. der vielzellige, aus der Eitheilung entstandene Körper sich zunächst in einen bewimperten „infusorienartigen“ Embryo oder Larve verwandelt. Aus gleichen bewimperten Infusorien entstanden dann durch weitere Differenzirung die niedersten Formen der bewimperten Strudelwürmer oder Turbellarien, Weichwürmer, welche wir als die gemeinsame Stammgruppe aller übrigen Würmerklassen

<p>Ontogenese. Erste Stufen der individuellen Entwicklung.</p>	<p>Phylogese. Erste Stufen der phylogenetischen Entwicklung.</p>	<p>System. Erste Stufen der anatomischen Differenzirung.</p>
<p>5. Planula-Larven mit Mund und Darmanlage</p> <p>↓</p> <p>4. Planulen oder bewim- perte Larven, aus gleichartigen Zellen zusammengesetzt</p> <p>↓</p> <p>3. Haufen von gleich- artigen Furchungs- kugeln</p> <p>↓</p> <p>2. Eier-Ei (einfache Eizelle)</p> <p>↓</p> <p>1. Ei (wenn das Keim- bläschen verschwunden ist, wie es oft im Be- ginn der Ontogenese geschehen soll!)</p>	<p>5. Archelminthen und Archispongien (Urwürmer und Urschwämme)</p> <p>↓</p> <p>4. Planulaten (als Planula persisti- rende Formen)</p> <p>↓</p> <p>3. Synamoeben (Haufen von gleichartigen Amoeben)</p> <p>↓</p> <p>2. Älteste animale Amoeben</p> <p>↓</p> <p>1. Älteste animale Mo- nieren, durch Urzeu- gung entstanden.</p>	<p>5. Bursarien u. Bewimperte Infuso- rien mit Mund</p> <p>↓</p> <p>4. Opalinen u. (Bewimperte Infuso- rien ohne Mund) (und Magosphären)</p> <p>↓</p> <p>3. Vielzellige Grega- rinen</p> <p>↓</p> <p>2. Amoeben der Ge- genwart</p> <p>↓</p> <p>1. Moneren der Ge- genwart (Protamoeben, Bam- phyrellen u. s. w.)</p>

ansehen können. Viele von den letzteren blieben bis auf den heutigen Tag auf der niederen Entwicklungsstufe des Wurmes stehen. Einige wenige aber entwickelten sich nach verschiedenen Richtungen hin zu höheren Formen, welche die Stammformen für die übrigen, höheren Thierstämme wurden.

Diese Vorstellung von dem primitiven phyletischen Entwicklungsgange, den die ältesten Stammformen des Thierreichs genommen haben, ist keine willkürliche Hypothese, sondern eine nothwendige Folgerung aus den Thatsachen, welche uns die individuelle Entwicklung der Thiere aus den verschiedensten Klassen in den ersten Stadien vor Augen führt. Bei den Pflanzenthieren so gut wie bei den Würmern, bei den Sternthieren so gut wie bei den Weichthieren, ja sogar noch bei den niedersten Wirbelthieren (*Amphioxus*) entwickelt sich aus dem Ei zunächst eine bewimperte Larve (*Planula*), und diese bildet den gemeinsamen Ausgangspunkt der weiterhin divergenten Entwicklung. Die gegenüberstehende Tabelle (S. 444) deutet Ihnen an, wie schlagend in diesen wichtigsten ersten Stadien der thierischen Entwicklung der früher erörterte „dreifache Parallelismus der Entwicklung“ zur Geltung kommt (S. 280).

Wenn diese Hypothese, wie ich glaube, richtig ist, so würden die sechs Stämme des Thierreichs in genealogischer Beziehung keineswegs gleichwerthig sein (vergl. S. 449). Denn der Würmerstamm würde dann als die gemeinsame Stammgruppe der fünf übrigen Stämme zu betrachten sein. Diese letzteren verhielten sich unter einander wie fünf Geschwister, welche in dem ersteren ihre gemeinsame Elternform haben. Unter den fünf Geschwisterstämmen selbst würden wir aber wieder den Stamm der Pflanzenthiere oder Coelenteraten insofern den vier übrigen entgegenstellen müssen, als der erstere einen viel geringeren Grad der Blutsverwandtschaft zu den echten Würmern offenbart, als die vier letzteren. Wahrscheinlich hat sich der erstere in viel früherer Primordialzeit bereits von den tiefsten Stufen des Wurmstammes abgezweigt und aus infusorienartigen Urthieren (*Planulaten*) selbstständig entwickelt, während die

Stammformen der vier übrigen Stämme noch gar nicht von echten Würmern zu trennen waren. Diese letzteren haben sich wohl erst in viel späterer Zeit von den Würmern gesondert, als der Würmertypus längst die niedere und indifferente Stufe der Urwürmer oder Urthiere überschritten hatte. Selbst wenn wir für die vier Stämme der Wirbelthiere, Gliedfüßer, Weichthiere und Sternthiere mit Bestimmtheit einen gemeinsamen Ursprung aus verschiedenen Zweigen des einheitlichen Würmerstammes annehmen, können wir doch über die Abstammung der Pflanzenthiere von den Würmern noch sehr in Zweifel bleiben, weil eben die niedersten Formen der letzteren, aus denen die ersten Pflanzenthiere entsprungen sein müßten, nur ganz indifferente und vielleicht ganz selbstständig entstandene Urwürmer gewesen sein können. Ich werde diesem genealogischen Bedenken in der nachfolgenden Entwicklung des thierischen Stammbaums dadurch einen Ausdruck geben, daß ich die Pflanzenthiere als eine eigene, von den übrigen Thierstämmen entferntere Gruppe voranstelle, und auf diese erst die Würmer folgen lasse, aus denen sich die vier höheren Stämme des Thierreichs entwickelt haben.

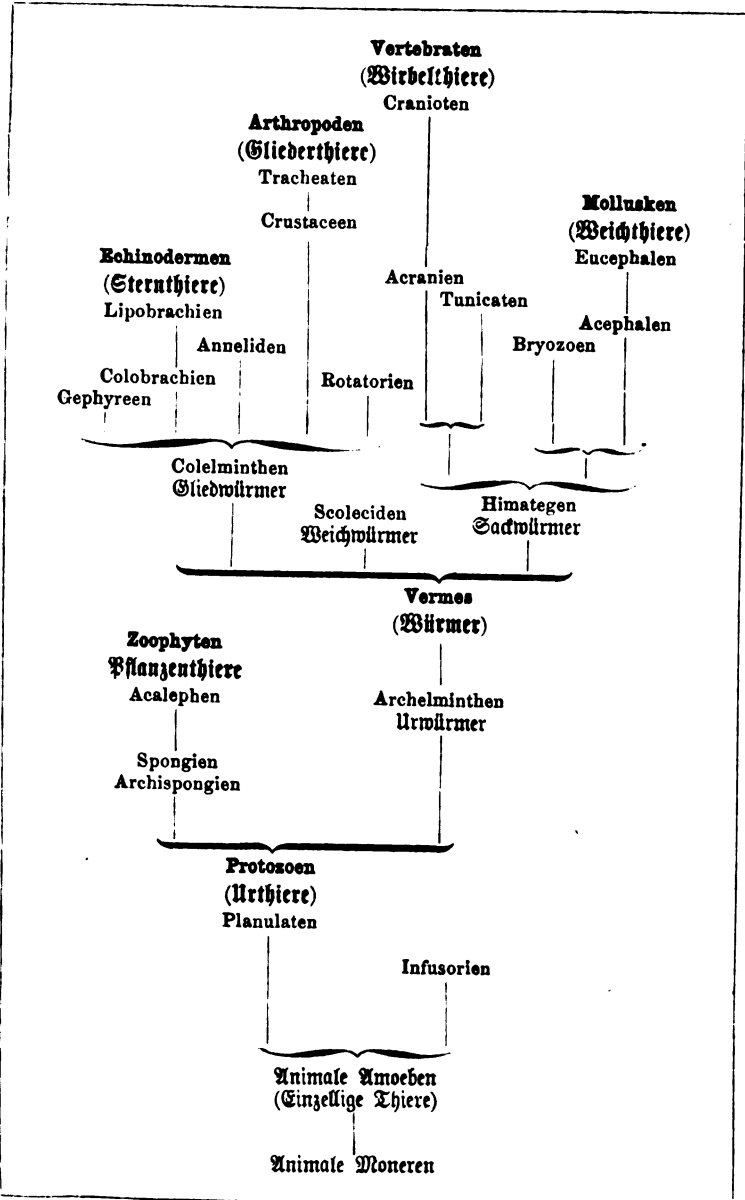
Bevor ich nun diese Aufgabe in Angriff nehme und Ihnen meine genealogische Hypothese von der historischen Entwicklung der Thierstämme näher erläutere, wird es zweckmäßig sein, wie wir schon vorher beim Pflanzenreiche gethan haben, das ganze „natürliche System“ des Thierreichs in einer Tabelle übersichtlich zusammen zu stellen, und die Hauptklassen und Klassen zu nennen, welche wir in jedem der sechs großen Thierstämme unterscheiden. Die Zahl dieser obersten Hauptabtheilungen ist im Thierreiche viel größer als im Pflanzenreiche schon aus dem einfachen Grunde, weil der Thierkörper, entsprechend seiner viel mannichfaltigeren und vollkommneren Lebensthätigkeit, sich in viel mehr verschiedenen Richtungen differenziren und vervollkommen konnte. Während wir daher das ganze Pflanzenreich in sechs Hauptklassen und achtzehn Klassen eintheilen konnten, müssen wir im Thierreich wenigstens sechszehn Hauptklassen und drei und dreißig Klassen unterscheiden. Diese vertheilen sich in der Art, wie es die nach-

stehende systematische Uebersicht zeigt, auf die sechs verschiedenen Stämme des Thierreichs (S. 448).

Die Pflanzenthiere (Zoophyta oder Coelenterata), welche wir den fünf übrigen Stämmen des Thierreichs aus den angeführten Gründen gegenüberstellen, verdienen in mehr als einer Beziehung den Anfang zu machen. Denn abgesehen davon, daß dieselben in der That in ihrem gesammten Körperbau viel mehr von den übrigen fünf Stämmen verschieden sind, als diese unter sich, abgesehen ferner davon, daß auch ihre höchstentwickelten Formen nicht denjenigen Grad der Vollkommenheit und Differenzirung erreichen, wie die höchsten Formen der fünf anderen Stämme, schließen sich die Pflanzenthiere in mancher Hinsicht mehr den Pflanzen als den übrigen Thieren an. Insbesondere ist bei den fest gewachsenen Schwämmen und Korallen die äußere Körperform, der Mangel freier Ortsbewegung, die Stockbildung und die Fortpflanzung so ähnlich den entsprechenden Verhältnissen bei den Pflanzen, daß man dieselben noch im Beginn des vorigen Jahrhunderts ganz allgemein für wirkliche Pflanzen hielt. Der alte Name Zoophyta, was wörtlich übersetzt „Thierpflanzen“ bedeutet, war daher gar nicht übel gewählt. Durch die Bezeichnung Coelenterata wird der besondere anatomische Charakter ausgedrückt, durch welchen sich die Pflanzenthiere von allen übrigen Thieren unterscheiden. Bei den letzteren werden nämlich allgemein (nur die niedrigsten Formen ausgenommen) die vier verschiedenen Functionen der Ernährungsthätigkeit: Verdauung, Blutumlauf, Athmung und Ausscheidung durch vier ganz verschiedene Organsysteme bewerkstelligt, durch den Darm, das Blutgefäßsystem, die Athmungsorgane und die Harnapparate. Bei den Coelenteraten dagegen sind diese Functionen und ihre Organe noch nicht getrennt, und sie werden sämmtlich durch ein einziges System von Ernährungskanälen vertreten, durch das sogenannte Gastrovascularsystem oder den coelenterischen Darmgefäßapparat. Der Mund, welcher zugleich After ist, führt in einen Magen, in welchen die übrigen Hohlräume des Körpers offen einmünden. Alle Pflanzenthiere leben im Wasser, die meisten im Meere.

Systematische Uebersicht
der 16 Hauptklassen und 33 Klassen des Thierreichs.

Stämme oder Phylen des Thierreichs	Hauptklassen oder Kladen des Thierreichs	Klassen des Thierreichs	Systematischer Name der Klassen
A. Pflanzenhiere Zoophyta	I. Schwammthiere <i>Spongiae</i>	1. Schwämme	1. Porifera
		II. Nesseltiere <i>Acalphae</i>	2. Korallen
	3. Schirmquallen		3. Hydromedusae
	4. Kammquallen		4. Ctenophora
B. Wurmthiere Vermes	III. Urmürmer <i>Archelminthes</i>	5. Infusionsthier	5. Infusoria
	IV. Weichwürmer <i>Scolecida</i>	6. Plattwürmer	6. Platyelminthes
		7. Rundwürmer	7. Nematelminthes
	V. Saadwürmer <i>Himatega</i>	8. Mosthiere	8. Bryozoa
		9. Mantelthiere	9. Tunicata
	VI. Gliedwürmer <i>Colelminthes</i>	10. Sternwürmer	10. Gephyrea
C. Weichthiere Mollusca	VII. Kopflose <i>Acephala</i>	11. Ringelwürmer	11. Annelida
		12. Rädertiere	12. Rotatoria
	VIII. Kopfträger <i>Eucephala</i>	13. Tuscheln	13. Spirobranchia
		14. Muscheln	14. Lamellibranchia
	IX. Gliederarmige <i>Colobranchia</i>	15. Schnecken	15. Cochlides
		X. Armlose <i>Lipobranchia</i>	16. Kracken
D. Sternthiere Echinoderma	XI. Kiemenkerfe <i>Carides</i>	17. Seeesterne	17. Asterida
		18. Seelilien	18. Crinoida
	XII. Tracheenterfe <i>Tracheata</i>	19. Seeigel	19. Echinida
		20. Seequrten	20. Holothuriae
E. Gliederthiere Arthropoda	XIII. Schädellose <i>Acrania</i>	21. Krebsthiere	21. Crustacea
		22. Spinnen	22. Arachnida
		23. Tausendfüßer	23. Myriapoda
	XVI. Unpaarnasen <i>Monorrhina</i>	24. Insecten	24. Insecta
XIV. Schädellose <i>Acrania</i>		25. Rohrherzen	25. Leptocardia
		26. Rundmäuler	26. Cyclostoma
F. Wirbelthiere Vertebrata	XV. Amnionlose <i>Anamnia</i>	27. Fische	27. Pisces
		28. Lurdfische	28. Dipneusta
		29. Seedraohen	29. Halisauria
		30. Lurche	30. Amphibia
	XVI. Amnionthiere <i>Amniota</i>	31. Schleicher	31. Reptilia
		32. Vögel	32. Aves
33. Säugthiere		33. Mammalia	



Nur sehr wenige leben im süßen Wasser, nämlich die Süßwasser-schwämme (Spongilla) und einige Urypolypen (Hydra, Cordylophora). Eine Probe von den zierlichen blumenähnlichen Formen, welche bei den Pflanzenthieren in größter Mannichfaltigkeit vorkommen, giebt Tafel V (S. 456. Vergl. die Erklärung derselben im Anhang.)

Der Stamm der Pflanzenthiere zerfällt in zwei verschiedene Hauptklassen, in die Schwämme oder Spongien und die Nesseltiere oder Akalephen (S. 452). Die letztere ist viel formenreicher und höher organisiert, als die erstere, welche die niederen Pflanzenthiere und darunter die ursprünglichen Stammformen des ganzen Stammes enthält. Bei den Schwämmen sind allgemein die ganze Körperform sowohl als die einzelnen Organe viel weniger differenzirt und vervollkommnet als bei den Nesseltieren. Insbesondere fehlen den Schwämmen allgemein die charakteristischen Nesseltorgane, welche sämtliche Nesseltiere besitzen.

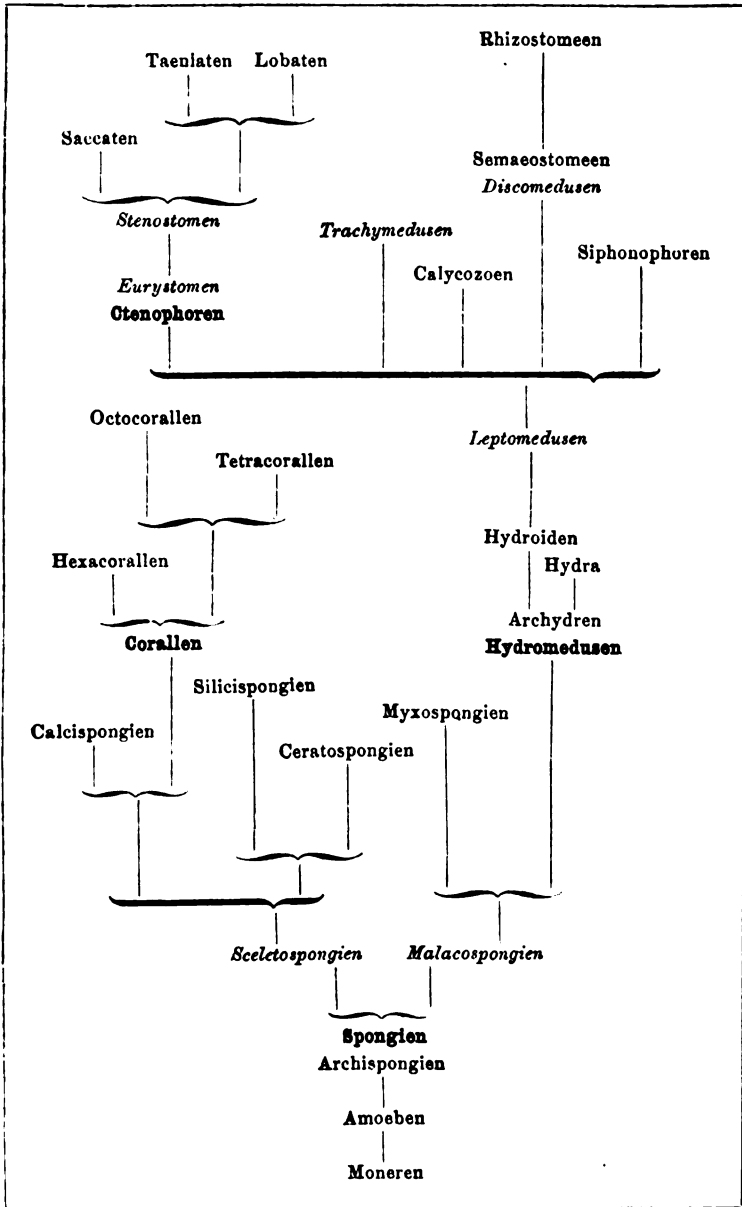
Die Hauptklasse der Schwämme (Spongiae oder Porifera genannt), welche gewöhnlich als eine einzige Klasse aufgefaßt wird, kann man in zwei Gruppen oder Unterklassen vertheilen, in die Weichschwämme und Hartschwämme. Die Weichschwämme (Malacospongiae) besitzen gar keine harten Theile, kein Skelet, und ihr ganzer Körper besteht aus nackten, amöbenartigen Urzellen, welche in der äußeren Körperschicht (Ectoderm) verschmolzen, in der inneren Schicht (Entoderm) getrennt geblieben sind. Wir unterscheiden in dieser Klasse zwei Ordnungen: die Urschwämme und die Schleimschwämme. Unter den Urschwämmen (Archispongiae) verstehen wir die längst ausgestorbenen hypothetischen Stammformen, aus denen sich die ganze Schwammklasse und somit auch der ganze Stamm der Cölenteraten entwickelt hat. Aus der Ontogenie der Schwämme und Nesseltiere, welche in den wesentlichsten Grundzügen von Anfang an völlig übereinstimmt, können wir auf folgenden Entwicklungsgang dieser Urschwämme schließen: Die durch Urzeugung entstandenen Moneren, welche in ältester laurentischer Zeit dem ganzen Stamm den Ursprung gaben, verwandelten sich späterhin all-

mählig in Amöben oder einfache nackte bewegliche Urzellen, indem sich in ihrem Inneren ein Kern von dem umgebenden Zellstoff differenzirte oder sonderte. Aus diesen einzeln lebenden Amöben entstanden dann weiterhin Synamöben (S. 444), und zwar einfach dadurch, daß die einzelne Amöbe sich wiederholt theilte, und daß die so entstandenen gleichartigen Urzellen zu einem Haufen vereinigt blieben. Dieser kugelige Zellen-Haufe bedeckte sich an der Oberfläche mit schwingenden Flimmerhaaren und verwandelte sich so in einen Planulaten, von dessen wesentlicher Zusammensetzung uns noch heute die Flimmerlarve (*Planula*) der Schwämme und Nesseltiere eine Vorstellung giebt. Dann bildete sich im Inneren des soliden zelligen Körpers eine einfache Höhle mit einer kleinen Oeffnung, die erste Darmanlage mit Mundöffnung. Die Zellen, welche diese primitive Darm-Höhle umschloßen, sonderten sich als Innenhaut (*Entoderma*) von der übrigen Zellenmasse, der Außenhaut (*Ectoderma*). Indem sich nun der schlauchförmige, aus diesen beiden zelligen Häuten gebildete, schwärmende Körper festsetzte, verwandelte er sich in einen Urschwamm (*Prospongia*). Diesen Urschwämmen oder Urchispongien nächstverwandt sind die Schleimschwämme (*Myxospongiae*), von denen noch heutzutage die *Halisarca Dujardinii* in der Nordsee lebt, und auf dem Thallus der Riementangen oder Laminarien festsetzend angetroffen wird.

Die zweite Hauptabtheilung der Schwämme, die Hartschwämme (*Sceletospongiae*), haben sich erst später aus den Schleimschwämmen entwickelt. Sie unterscheiden sich von diesen dadurch, daß die Ectoderm-Zellen, welche die Außenhaut des Schwammes zusammensetzen, ein Hartgebilde oder Skelet ausscheiden, das dem ersteren als formgebende innere Stütze dient. Je nach der verschiedenen chemischen Beschaffenheit dieses Skelets unterscheidet man unter den Hartschwämmen drei Ordnungen: die Hornschwämme, Kieselschwämme und Kalkschwämme. Bei den Hornschwämmen (*Ceratospongiae*) besteht das Skelet bloß aus einer organischen Substanz, aus einer stickstoffhaltigen Kohlenstoffverbindung, welche Ihnen

Systematische Uebersicht
der 4 Klassen und 27 Ordnungen der Pflanzenthiere.

Klassen der Pflanzenthiere.	Legionen der Pflanzenthiere.	Ordnungen der Pflanzenthiere.	Ein Gattungs- name als Beispiel.		
I. Schwämme Spongiae oder Porifera	I. <i>Malacospongiae</i> Weichschwämme	1. Archispongiae	Prosopongia		
		2. Myxospongiae	Halisarca		
	II. <i>Sceletospongiae</i> Hartschwämme	3. Ceratospongiae	Euspongia		
		4. Silicispongiae	Spongilla		
		5. Calcispongiae	Olythus		
II. Korallen Coralia oder Anthozoa	III. <i>Tetracoralla</i> Vierzählige	6. Rugosa	Cyathophyllum		
		7. Paranemata	Cereanthus		
	IV. <i>Hexacoralla</i> Sechszählige	8. Cauliculata	Antipathes		
		9. Madreporaria	Astraea		
		10. Halirhoda	Actinia		
	V. <i>Octocoralla</i> Achtzählige	11. Alcyonida	Lobularia		
		12. Gorgonida	Isis		
		13. Pennatulida	Veretillum		
	III. Polypenquallen Hydromedusae oder Schirmquallen Medusae	VI. <i>Archydrae</i> Urpolypen	14. Hydraria	Hydra	
			15. Vesiculata	Sertularia	
VII. <i>Leptomedusae</i> Zartquallen		16. Ocellata	Tubularia		
		17. Siphonophora	Physophora		
		VIII. <i>Trachymedusae</i> Starrquallen	18. Marsiporchida	Trachynema	
19. Phylloporchida			Geryonia		
20. Elasmorchida			Charybdea		
IX. <i>Calycozoa</i> Haftquallen		21. Podactinaria	Lucernaria		
			X. <i>Discomedusae</i> Schibenquallen	22. Semaestomeae	Aurelia
				23. Rhizostomeae	Crambessa
IV. Kammquallen Ctenophora		XI. <i>Eurystoma</i> Weitmündige	24. Beroida	Beroe	
			XII. <i>Stenostoma</i> Engmündige	25. Saccata	Cyditpe
	26. Lobata	Eucharis			
	27. Taeniata	Cestum			



Allen als das faserige Maschengewebe des gewöhnlichen Badeschwammes (*Euspongia officinalis*) bekannt ist. Dieses hornähnliche Fasergerüst, mit welchem wir uns jeden Morgen waschen, ist das eigentliche Skelet des Badeschwammes; alle seine Lücken sind im Leben ausgekleidet und die ganze Masse überzogen von dem schleimigen Weichkörper, der aus lauter Zellen zusammengesetzt ist. Bei den formenreichen Kieselchwämmen (*Silicispongiae*), zu denen auch unsere Süßwasserschwämme (*Spongilla*) gehören, besteht das Skelet aus vielen einzelnen Kieselnadeln, welche bisweilen zu einem äußerst zierlichen Gitterwerke verschlungen sind, z. B. bei dem berühmten „Venusblumentorb“ (*Euplectella*). Am nächsten den Korallen verwandt sind wahrscheinlich die Kalkschwämme (*Calcispongiae*), deren Skelet aus Kalknadeln besteht. Bei dieser kleinen Gruppe läßt sich sehr schön zeigen, wie die verschiedenen Arten aus einer gemeinsamen Stammform entstanden und noch jetzt durch alle möglichen Uebergänge mit derselben verbunden sind. Ueberhaupt liefert die Naturgeschichte der Schwämme in allen Theilen schlagende Beweise für die Descendenztheorie, wie zuerst Oskar Schmidt, der beste Kenner dieser Thierklasse, nachgewiesen hat.

Aus den Schwämmen haben sich durch höhere Differenzirung der Organe und Gewebe die Nesselthiere (*Acalephae* oder *Cnidae*) entwickelt. Das sind die drei Klassen der Korallen (*Anthozoa*), der Schirmquallen (*Hydromedusae*) und der Kammquallen (*Ctenophora*). Sie unterscheiden sich von den Schwämmen, mit denen sie in der charakteristischen Bildung des ernährenden Kanalsystems wesentlich übereinstimmen, insbesondere durch den constanten Besitz der Nesselorgane. Das sind kleine, mit Gift gefüllte Bläschen, welche in großer Anzahl, meist zu vielen Millionen, in der Haut der Nesselthiere vertheilt sind, und bei Berührung derselben hervortreten und ihren Inhalt entleeren. Kleinere Thiere werden dadurch getödtet; bei größeren bringt das Nesselgift, ganz ähnlich dem Gift unserer Brennnesseln, eine leichte Entzündung in der Haut hervor. Diejenigen von Ihnen, welche öfter in der See gebadet haben, werden dabei wohl

schon bisweilen mit größeren Schirmquallen in Berührung gekommen sein und das unangenehme brennende Gefühl kennen gelernt haben, daß die Nesselorgane derselben hervorbringen. Bei den prachtvollen blauen Seeblasen oder Physaliden wirkt das Gift so heftig, daß es den Tod des Menschen zur Folge haben kann.

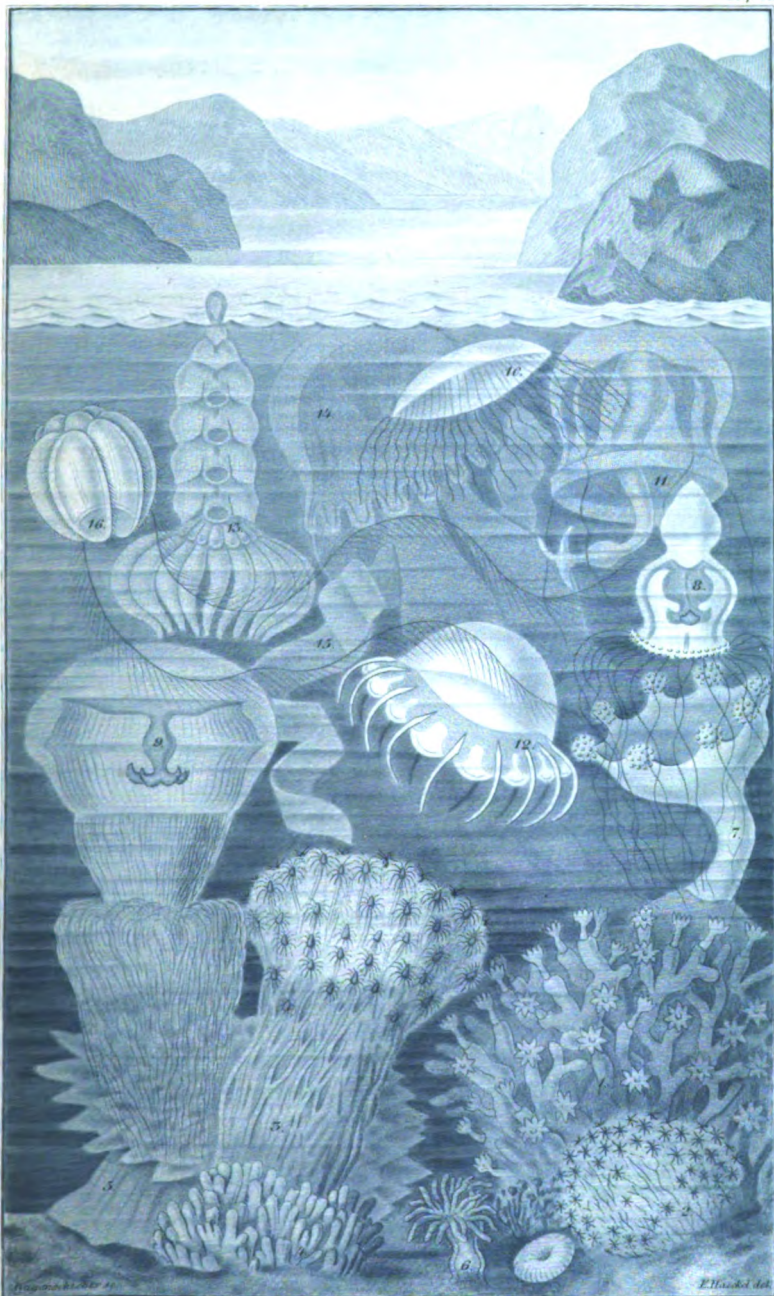
Die Nesselthiere stammen entweder alle von einer gemeinsamen, aus den Schwämmen entsprungenen Stammform ab, oder sie haben mehrfache Wurzelformen, die aus verschiedenen Spongien entstanden sind. Manches scheint dafür zu sprechen, daß die Schirmquallen (und die später aus ihnen hervorgegangenen Kammquallen) von den Weichschwämmen (Myxospongien) abstammen, die Korallen dagegen von den Hartschwämmen (vielleicht von den Calcispongien). (Vergl. Gen. Morph. II, Taf. III, S. L—LXI.)

Die Klasse der Korallen (Coralla), wegen der Blumengestalt der einzelnen Individuen auch Blumenthiere (Anthozoa) genannt, schließt sich in vielfacher Beziehung sehr nahe an die Schwämme und besonders an die Kalkschwämme an. Insbesondere ist die mannichfaltige Art der Verzweigung und Stockbildung in beiden Klassen ganz dieselbe. Die Gegenstücke oder Antimeren, d. h. die gleichartigen Hauptabschnitte des Körpers, welche strahlerförmig vertheilt um die mittlere Hauptaxe des Körpers herumstehen, und deren Zahl bei den Schwämmen (wenn sie hier überhaupt differenzirt sind) schwankend ist, erscheinen bei den Korallen in verschiedener, aber sehr constanter Zahl. Je nach dieser Zahl unterscheiden wir unter den Korallen drei verschiedene Regionen, welche als drei Aeste einer gemeinsamen Stammform aufzufassen sind. Diese drei Regionen, deren Individuen oder Polypen aus je vier, sechs oder acht Gegenständen regelmäßig zusammengesetzt erscheinen, sind die vierzähligen (Tetracoralla), die sechszähligen (Hexacoralla) und die achtzähligen Korallen (Octacoralla).

Die zweite Klasse der Nesselthiere bilden die Schirmquallen (Medusae) oder Polypenquallen (Hydromedusae). Während die Korallen meistens pflanzenähnliche Stöcke bilden, die auf dem

Meeresboden festsetzen, schwimmen die Schirmquallen meistens in Form gallertiger Glocken frei im Meere umher. Jedoch giebt es auch unter ihnen zahlreiche, namentlich niedere Formen, welche auf dem Meeresboden festgewachsen sind und zierlichen Bäumchen gleichen. Die niedersten und einfachsten Angehörigen dieser Klasse sind die bekannten Süßwasserpolyphen (Hydra), welche bald grün, bald orangeroth, braun oder grau gefärbt sind. Gewöhnlich findet man sie in unseren Teichen an der Unterfläche der Wasserlinsen ansitzen, als länglich-runde schleimige Körperchen von einer oder wenigen Linien Länge, die an dem freien Ende einen Mund und rings um diesen herum einen Kranz von 6—8 Fangarmen tragen. Wir können sie als die wenig veränderten Nachkommen jener uralten Uropolyphen (Archydrae) ansehen, welche während der Primordialzeit der ganzen Klasse der Hydromedusen und vielleicht der gesammten Hauptklasse der Nesseltiere den Ursprung gaben. Direkt oder indirekt können sich solche Hydrapolyphen oder Hydroiden aus Weichschwämmen entwickelt haben. Von der Hydra kaum zu trennen sind diejenigen festsetzenden Hydroidpolyphen (Campanularia, Tubularia), welche durch Knospenbildung frei schwimmende Medusen erzeugen, aus deren Eiern wiederum festsetzende Polyphen entstehen. Diese frei schwimmenden Schirmquallen haben meistens die Form eines Hutpilzes oder eines Regenschirms, von dessen Rand viele zarte und lange Fangfäden herabhängen. Sie gehören zu den schönsten und interessantesten Bewohnern des Meeres. Ihre merkwürdige Lebensgeschichte aber, insbesondere der verwickelte Generationswechsel der Polyphen und Medusen, gehört zu den stärksten Zeugnissen für die Wahrheit der Abstammungslehre. Dasselbe gilt von der merkwürdigen Arbeitstheilung der Individuen, welche namentlich bei den herrlichen Siphonophoren zu einem erstaunlich hohen Grade entwickelt ist²⁷⁾.

Aus einem Zweige der Schirmquallen hat sich wahrscheinlich die dritte Klasse der Nesseltiere, die eigenthümliche Abtheilung der Kammquallen (Ctenophora) entwickelt. Diese Quallen, welche oft auch Rippenquallen oder Gurkenquallen genannt werden, besitzen



einen gurkenförmigen Körper, welcher, gleich dem Körper der meisten Schirmquallen, krystallhell und durchsichtig wie geschliffenes Glas ist. Ausgezeichnet sind die Kammquallen oder Rippenquallen durch ihre eigenthümlichen Bewegungsorgane, nämlich acht Reihen von rudern- den Wimperblättchen, die wie acht Rippen von einem Ende der Längs- auge (vom Munde) zum entgegengesetzten Ende verlaufen. Von den beiden Hauptabtheilungen derselben haben sich die Engmündigen (Stenostoma) wohl erst später aus den Weitmündigen (Eury- stoma) entwickelt. Diese letzteren stammen wahrscheinlich direkt von Schirmquallen ab.

Indem wir nun den Stamm der Pflanzenthierie verlassen, wen- den wir uns zu demjenigen Stamme des Thierreichs, welcher in ge- nealogischer Beziehung die meisten Schwierigkeiten darbietet. Das ist das Phylum der Würmer oder Wurmithiere (Vermes oder Helminthes). Wie schon vorher bemerkt, sind diese Schwierigkeiten höchst wahrscheinlich zum größten Theile dadurch bedingt, daß dieser Stamm die gemeinsame Ausgangsgruppe des ganzen Thierreichs ist, und daß er eine Masse von divergenten Aesten enthält, die sich theils zu ganz selbstständigen Würmerklassen entwickelt, theils aber in die ursprünglichen Wurzelformen der übrigen Stämme des Thierreichs umgebildet haben. Jeden der fünf übrigen Stämme konnten wir uns bildlich als einen hochstämmigen Baum vorstellen, dessen Stamm uns in seiner Verzweigung die verschiedenen Klassen, Ordnungen, Fami- lien u. s. w. repräsentirt. Das Phylum der Würmer dagegen können wir nicht in einem solchen Bilde darstellen. Vielmehr würden wir uns dasselbe als einen niedrigen Busch oder Strauch zu denken haben, aus dessen Wurzel eine Masse von selbstständigen Zweigen nach ver- schiedenen Richtungen hin emporschießen. Wenn man aber annimmt, daß das ganze Thierreich in dem Würmerstamm seine gemeinsame Wurzel hat, so würden die fünf übrigen Phylen als fünf einzelne Bäume zu denken sein, die aus jenem dichten Busche sich erheben. Nur unten an der Wurzel würden diese fünf Stämme noch unter ein-

ander und mit den zahlreichen Wurzelschößlingen (den Wurmklassen) in näherem oder entfernterem Zusammenhange stehen.

Die außerordentlichen Schwierigkeiten, welche die Systematik der Würmer schon aus diesem Grunde darbietet, werden nun aber dadurch noch sehr gesteigert, daß wir fast gar keine versteinerten Reste von ihnen besitzen. Die allermeisten Würmer besaßen und besitzen noch heute einen so weichen Leib, daß sie keine Spuren in den neptunischen Erdschichten hinterlassen konnten. Auch die wenigen fossilen Reste von härteren Theilen, die wir von einigen Würmern besitzen, sind meistens so wenig charakteristisch, daß sie wenig mehr als die vormalige Existenz von jetzt ausgestorbenen Würmern anzeigen. Wir sind daher auch hier wieder vorzugsweise auf die Schöpfungsbekunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie angewiesen, wenn wir den äußerst schwierigen Versuch unternehmen wollen, in das Dunkel des Würmer-Stammbaums einige hypothetische Streiflichter fallen zu lassen. Ich will jedoch ausdrücklich hervorheben, daß diese Skizze, wie alle ähnlichen Versuche, nur einen ganz provisorischen Werth besitzt. (Gen. Morph. II, Taf. V, S. LXXVII.)

Die zahlreichen Klassen, welche man im Stamme der Würmer unterscheiden kann, und welche fast jeder Zoologe in anderer Weise nach seinen subjektiven Anschauungen gruppirt, werden vielleicht am besten dadurch übersichtlich, daß man dieselben auf vier verschiedene Hauptklassen vertheilt. Diese wollen wir als Urwürmer, Weichwürmer, Sackwürmer und Gliedwürmer bezeichnen. Die Urwürmer enthalten, falls unsere einstämmige Descendenzhypothese richtig ist, jedenfalls die gemeinsamen Wurzelformen der übrigen Würmer, und wahrscheinlich des ganzen Thierreichs. Die Weichwürmer würden zum größten Theil selbstständige Wurmgruppen umfassen, die sich nicht zu höheren Thierstämmen entwickelt haben. Dagegen würden zu den Sackwürmern die Stammformen der Weichthiere und Wirbelthiere, zu den Gliedwürmern die Stammformen der Sternthiere und Gliedertiere gehören. Die vier Hauptklassen der Würmer kann man in nachstehende 26 Ordnungen eintheilen (vergl. S. 460).

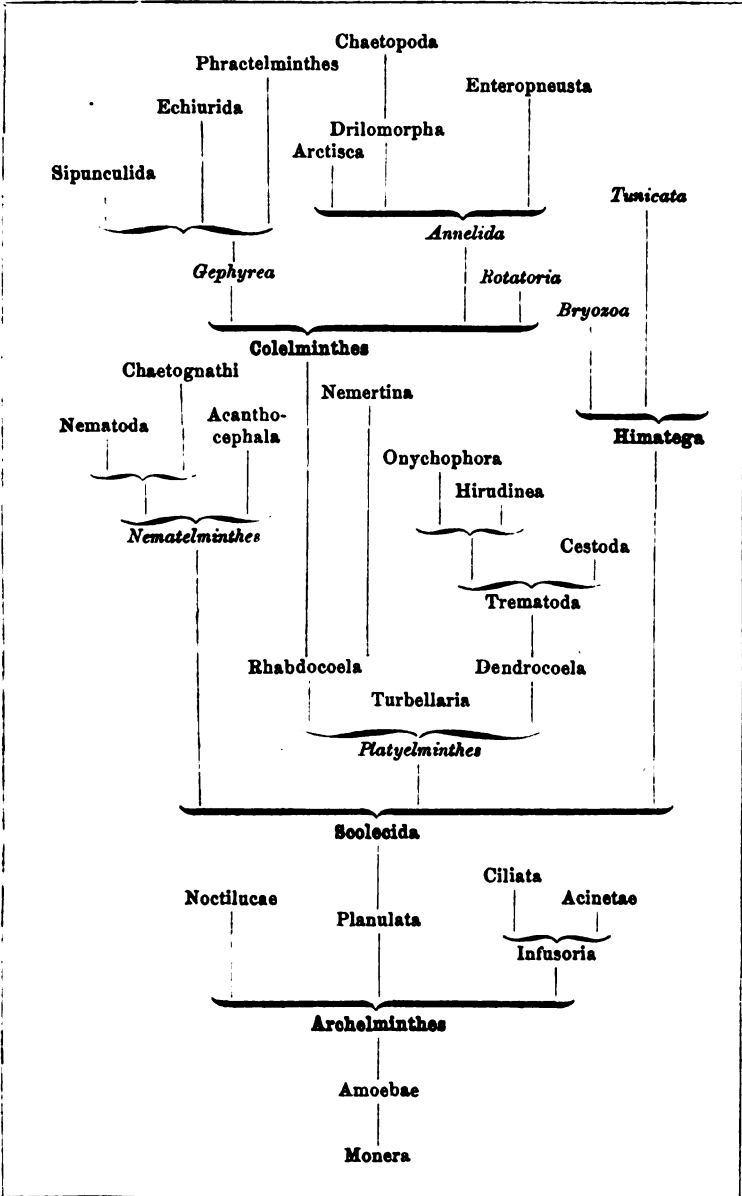
In der Hauptklasse der Urwürmer (Archelminthes) vereinigen wir diejenigen Thiere, welche jetzt gewöhnlich Infusionsthierc (Infusoria) im engeren Sinne genannt werden, mit den niedersten Wurzelformen des ganzen Stammes und stellen diese letzteren den ersteren unter dem Namen der Urinfusorien oder Urahnthiere (Archezoa) gegenüber. Auf den historischen Entwicklungsgang dieser längst ausgestorbenen hypothetischen Wurzelformen können wir aus der Ontogenie der Würmer ungefähr Folgendes schließen: Die durch Urzeugung entstandenen Moneren, welche in der ältesten laurentischen Zeit den Grund zum Thierreich, und zunächst zum Würmerstamm legten, entwickelten sich späterhin zu Amöben oder nackten beweglichen Urzellen, indem sich der centrale Kern von dem äußeren Protoplasma sonderte. Dadurch, daß sich diese Urzellen wiederholt theilten, entstanden kugelige Haufen von gleichartigen Zellen, oder Synamöben (S. 444). Indem sich diese kleinen vielzelligen Körper mit Flimmerhaaren bedeckten, verwandelten sie sich in Flimmerschwärmer (Planulata). An diese letzteren würden sich die echten Infusorien wahrscheinlich unmittelbar anschließen.

Wie Sie sehen, stimmt die Formenreihe, welche wir für die ältesten Stammformen des Würmerstammes aus der Ontogenie der heutigen Würmer erschließen können, ganz überein mit der entsprechenden Formenreihe, welche wir für die ältesten Vorfahren der Pflanzenthierc annehmen mußten (S. 451). Hieraus können wir aber wiederum auf einen verwandtschaftlichen Zusammenhang der Würmer und Pflanzenthierc (wenn auch nur an der Wurzel beider Stämme) schließen. Insbesondere ist die Flimmerlarve (Planula) noch beiden Stämmen gemeinsam. In beiden Gruppen, bei den Würmern ebenso wie bei den Pflanzenthieren, bildet sich in dem Planula-Körper zunächst eine kleine Höhle mit einer Oeffnung, die erste Darmanlage mit Mundöffnung, und die Zellen des Körpers sondern sich in eine Außenhaut (Ectoderma) und Innenhaut (Entoderma). Diese beiden Zellenhäute entsprechen den beiden ursprünglichen Keimblättern im Keime des Menschen und der

Systematische Uebersicht
 der 4 Hauptklassen, 8 Klassen und 26 Ordnungen des
 Würmerstammes.

(Vergl. Gen. Morph. II, Taf. V, S. LXXVII—LXXXV.)

Hauptklassen des Würmer- stammes	Klassen des Würmerstammes	Ordnungen des Würmerstammes	Systematischer Name der Würmerordnungen		
I. Irwürmer Arohelminthes	1. Infusions- thiere <i>Infusoria</i>	1. Urinfusorien	1. Archezoa		
		2. Fimmeschwärmer	2. Planulata		
		3. Wimperinfusorien	3. Ciliata		
		4. Sauginfusorien	4. Acinetas		
		5. Meerleuchten	5. Noctilucae		
II. Weichwürmer Sooecida	2. Plattwür- mer <i>Platyelminthes</i>	6. Strudelwürmer	6. Turbellaria		
		7. Saugwürmer	7. Trematoda		
		8. Bandwürmer	8. Cestoda		
		9. Egel	9. Hirudinea		
	3. Rundwür- mer <i>Nematelminthes</i>	10. Krallenwürmer	10. Onychophora		
		11. Schnurwürmer	11. Nemertina		
		12. Peilwürmer	12. Chaetognathi		
		13. Fadentwürmer	13. Nematoda		
		14. Kratzwürmer	14. Acanthocephala		
		4. Moosthiere <i>Bryozoa</i>	15. Moosthiere ohne Kragen	15. Gymnolaema	
			16. Moosthiere mit Kragen	16. Phylactolaema	
			5. Mantelthiere <i>Tunicata</i>	17. Seescheiden	17. Petasacidiae
				18. Seetonnen	18. Nectascidiae
		III. Sackwürmer Himatoga	6. Sternwür- mer <i>Gephyrea</i>	19. Borstenlose Stern- würmer	19. Sipunculida
20. Borstentragende Sternwürmer	20. Echiurida				
7. Ringelwür- mer <i>Annelida</i>	21. Panzerwürmer		21. Phractalminthes		
	22. Rahlwürmer		22. Drilomorpha		
	23. Balanoglossen		23. Enteropneusta		
	24. Borstenwürmer		24. Chaetopoda		
	25. Bärwürmer		25. Arctisca		
8. Räderwür- mer <i>Rotatoria</i>	26. Rädertiere		26. Rotifera		



höheren Thiere überhaupt. Das Ectoderm ist gleichwerthig dem äußeren Keimblatt, aus welchem sich die äußere Oberhaut (Epidermis) und das Central-Nervensystem entwickelt. Das Entoderm entspricht dagegen dem inneren Keimblatt, aus welchem sich zunächst der Darmcanal bildet.

Aus dem Flimmerschwärmer oder der Planula entwickelten sich also als zwei divergente Zweige einerseits die Urschwämme (Archispongiae), welche zu den Pflanzenthieren, andererseits die Urwürmer (Archelminthes), welche zu den Würmern hinüber führten. Als wenig veränderte Nachkommen der letzteren würden vielleicht die heutigen Infusorien anzusehen sein.

Als Infusionsthierie (Infusoria) im engeren Sinne werden heutzutage gewöhnlich nur die beiden Abtheilungen der Wimperinfusorien (Ciliata) und der Sauginfusorien (Acinetæ) bezeichnet. Die meisten hierher gehörigen Thiere sind so klein, daß man sie mit bloßem Auge nicht sehen, und erst mit Hülfe starker Vergrößerungen ihre eigentliche Organisation erkennen kann. Gleich den meisten Protisten ersetzen sie aber durch Masse der Individuen, was ihnen an Körpergröße abgeht, und bevölkern das Meer und die süßen Gewässer in erstaunlichen Mengen. Vorzüglich gilt das von den Wimperinfusorien, welche die Hauptmasse der heutigen Infusionsthierie bilden. Ihren Namen führt diese ganze Gruppe von dem charakteristischen Wimperkleid, welches den ganzen Körper oder einen Theil desselben bedeckt, und mittelst dessen sie sich lebhaft umherbewegen. Die Sauginfusorien dagegen sind wimperlos und sitzen unbeweglich fest; nur in frühester Jugend schwimmen sie mittelst eines vergänglichen Wimperkleides frei umher. Als eine dritte Gruppe schließen sich den echten Infusorien die Meerleuchten (Noctilucae) an. Diese sonderbaren Wesen, kleine pflüschförmige Bläschen, kommen in ungeheuren Mengen an der Meeresoberfläche vor und sind eine der Hauptursachen des Seeleuchtens. Unter den Wimperthieren schließen sich einige Formen unmittelbar an die frühesten Jugendzustände der Pflanzenthierie, andere an diejenigen der übrigen Würmer,

der Sternthiere und der Weichthiere an. Einige Wimpertiere bilden den Uebergang zu den Strudelwürmern, andere zu den Räderthieren, noch andere zu verschiedenen anderen Würmergruppen. In allen diesen Verhältnissen zusammengenommen finden wir genügenden Grund, Urwürmer, welche den bewimperten Infusorien nächst verwandt waren, als diejenigen uralten Wurzelformen zu betrachten, aus denen sich die übrigen Thierstämme direct oder indirect entwickelt haben.

Zunächst an die Urwürmer schließt sich von den übrigen Würmern die zweite Hauptklasse an, die Weichwürmer (Scolecida). Wir verstehen darunter die beiden tieffstehenden Klassen der Plattwürmer oder Platyelminthen und der Rundwürmer oder Nematelminthen. Die Klasse der Plattwürmer (Platyelminthes) führt ihren Namen von der blattförmigen Körpergestalt, die vom Rücken nach der Bauchseite stark zusammengedrückt ist. Die wahrscheinlichen Stammformen der ganzen Klasse sind die Strudelwürmer (Turbellaria), welche sich sowohl durch ihr Wimperkleid als durch ihre innere Organisation unmittelbar an die bewimperten Infusorien oder Ciliaten anschließen. Aus den frei im Wasser lebenden Strudelwürmern sind durch Anpassung an parasitische Lebensweise die schmaropenden Saugwürmer (Trematoda) entstanden, und aus diesen durch weiter gehenden Parasitismus die Bandwürmer (Cestoda). Andererseits haben sich vielleicht aus den Saugwürmern die Egel (Hirudinea) entwickelt, zu denen unser gewöhnlicher Blutegel gehört. Diesen möglicherweise verwandt sind die Krallenwürmer (Onychophora). Als ein besonderer Zweig ist aus den Strudelwürmern die nahverwandte Gruppe der langen Schnurwürmer (Nemertina) hervorgegangen, welche größtentheils im Meere leben und wahrscheinlich den ausgestorbenen Stammeltern der Ringelwürmer sehr nahe stehen.

Die Rundwürmer (Nematelminthes), die zweite Klasse der Weichwürmer, unterscheidet sich von der ersten Klasse, den Plattwürmern, durch ihre drehrunde oder cylindrische, nicht plattgedrückte

Körpergestalt. Gleich vielen Plattwürmern sind auch die meisten Rundwürmer Schmarozer, welche im Inneren anderer Thiere parasitisch leben. Frei im Meere lebend findet sich die eigenthümliche Gruppe der Pfeilwürmer (Chaetognathi oder Sagittae). Aus Rundwürmern, welche diesen wahrscheinlich sehr nahe standen, haben sich durch Anpassung an parasitische Lebensweise die Fadenwürmer (Nematoda) entwickelt, zu denen unter anderen die gemeinen Spulwürmer, die berühmten Trichinen, Medinawürmer und viele andere Schmarozer des Menschen gehören. Noch weiter entartete Parasiten dieser Klasse sind die mit einem Hafentrüffel versehenen Krabwürmer (Acanthocephala oder Echinorhynchi). Wahrscheinlich ist die gemeinsame Stammform aller dieser Rundwürmer ein unbekannter Wurm, welcher sich aus einem Zweige der Urwürmer entwickelt hat.

Eine ganze eigenthümliche und sehr merkwürdige Astgruppe des Würmerstammes bildet die dritte Hauptklasse, die Sackwürmer (Himatega). Wir fassen unter dieser Bezeichnung die beiden Klassen der Moosthiere oder Bryozoen und der Mantelthiere oder Lunicaten zusammen. Bisher stellte man diese beiden Thierklassen im zoologischen Systeme gewöhnlich zu dem Stamme der Weichthiere oder Mollusken und setzte sie hier den echten Weichthieren (Muscheln, Schnecken u. s. w.) als Weichthierartige (Molluscoida) gegenüber. Diese Auffassung läßt sich nur insofern noch rechtfertigen, als die Stammformen der echten Weichthiere wahrscheinlich den Moosthieren nahe standen. Allein andererseits erscheinen die Mantelthiere näher mit den Wirbelthieren verwandt, und aus diesem Grunde dürfte es wohl das Beste sein, beide Klassen wieder in die vielgestaltige Würmergruppe zurückzustellen, und als verbindende Zwischenformen zwischen den niederen Würmern einerseits und den Mollusken und Wirbelthieren andererseits aufzufassen. So wenig es passend sein würde, die Mantelthiere auf Grund ihrer offenbaren Blutsverwandtschaft mit den Wirbelthieren geradezu im System zu vereinigen, so wenig vortheilhaft ist es auch für die systematische Auffassung, wenn man die Moosthiere mit den echten Weichthieren vereinigt. Wie die

beiden Klassen der Sackwürmer übrigens eigentlich untereinander und mit den niederen Würmern zusammenhängen, ist uns heutzutage noch sehr unklar, obwohl an ihrer Abstammung von niederen Würmern nicht zu zweifeln ist.

Die Klasse der Moosthiere (Bryozoa) enthält sehr kleine, zierliche Würmer, welche in Form moosähnlicher Bäumchen oder Polster auf Steinen und anderen Gegenständen im Meere (selten im süßen Wasser) fest sitzen. Früher wurden dieselben gewöhnlich zu den Pflanzenthieren gerechnet, und in der That sind sie manchen von diesen sehr ähnlich. Insbesondere gleichen sie den Hydroidpolypen durch ihre äußere Form, durch einen Fühlerkranz, welcher den Mund umgiebt, und durch die Art und Weise, in welcher zahlreiche Individuen zu baumförmigen und rindenförmigen Colonien vereinigt leben. Allein durch ihre innere Organisation sind die Moosthiere ganz von den Pflanzenthieren verschieden und schließen sich vielmehr einerseits den niederen Würmern, andererseits den niedersten Weichthieren, den Spiralkiemern oder Spirobranchien an. Namentlich sind die Jugendformen der letzteren den Moosthiere sehr ähnlich, und hierauf vorzüglich, sowie auch auf ihre anatomische Verwandtschaft gründet sich die Vermuthung, daß die Moosthiere nächste Verwandte derjenigen ausgestorbenen Würmer sind, aus denen sich der Stamm der Mollusken, und zwar zunächst die Spiralkiemer, entwickelten. Von den beiden Hauptabtheilungen der Moosthiere stehen die höheren, diejenigen mit einem Kragen (Phylactolaema), den Spiralkiemern näher, als die niederen Moosthiere, ohne Kragen (Gymnolaema).

In ganz ähnlicher Beziehung, wie die Moosthiere zu den Weichthieren, steht die zweite Klasse der Sackwürmer, die Mantelthiere (Tunicata), zu den Wirbelthieren. Diese höchst merkwürdige Thierklasse lebt im Meere, wo die einen (die Seescheiden oder Petrascidien) auf dem Boden fest sitzen, die anderen (die Seetonnen oder Nektascidien) frei umherschweben. Bei allen besitzt der ungegliederte Körper die Gestalt eines einfachen tonnenförmigen Sackes, welcher von einem dicken knorpelähnlichen Mantel eng umschlossen ist. Dieser

Mantel besteht aus derselben stickstofflosen Kohlenstoffverbindung, welche im Pflanzenreich als „Cellulose“ eine so große Rolle spielt und den größten Theil der pflanzlichen Zellmembranen und somit auch des Holzes bildet. Gewöhnlich besitzt der tonnenförmige Körper keinerlei äußere Anhänge. Niemand würde darin irgend eine Spur von Verwandtschaft mit den hoch differenzirten Wirbelthieren erkennen. Und doch kann diese nicht mehr zweifelhaft sein, seitdem vor drei Jahren die Untersuchungen von Kowalewski plötzlich darüber ein höchst überraschendes und merkwürdiges Licht verbreitet haben. Aus diesen hat sich nämlich ergeben, daß die individuelle Entwicklung der fest-sitzenden einfachen Seescheiden (Ascidia, Phallusia) in den wichtigsten Beziehungen mit derjenigen des niedersten Wirbelthieres, des Lanzetthieres (*Amphioxus lanceolatus*) übereinstimmt. Insbesondere besitzen die Jugendzustände der Ascidien die Anlage des Rückenmarks und des darunter gelegenen Rückenstrangs (*Chorda dorsalis*), d. h. die beiden wichtigsten und am meisten charakteristischen Organe des Wirbelthierkörpers. Unter allen uns bekannten wirbellosen Thieren besitzen demnach die Mantelthiere zweifelsohne die nächste Blutsverwandtschaft mit den Wirbelthieren, und sind als nächste Verwandte derjenigen Würmer zu betrachten, aus denen sich dieser letztere Stamm entwickelt hat. (Vergl. Taf. X und XI.)

Die vierte und letzte Hauptklasse des Würmerstammes, die der Gliederwürmer (Colelminthes) zeichnet sich vor den drei übrigen Klassen durch die deutliche Gliederung des Körpers aus, d. h. durch die Zusammensetzung desselben aus mehreren, in der Längsaxe hinter einander gelegenen Abschnitten, den Gliedern, Segmenten oder Folgestücken (Metameren). Wir unterscheiden in dieser Hauptklasse die drei Klassen der Sternwürmer, Räderthiere und Ringelwürmer.

Die Sternwürmer (*Gephyrea*) sind langgestreckte, drehrunde oder walzenförmige Würmer, bei denen die Körpergliederung, äußerlich wenigstens, erst sehr undeutlich ausgesprochen ist. Sie leben alle auf dem Boden des Meeres, entweder im Sand oder Schlamm vergraben oder in Löchern, welche sie in die Felsen bohren.

Die Käderthiere oder Käderwürmer (Rotatoria oder Rotifera) gehören zu denjenigen Klassen des Thierreichs, deren systematische Stellung den Zoologen von jeher die größten Schwierigkeiten bereitet hat. Meist sind es ganz kleine, nur durch das Mikroskop erkennbare Thierchen, welche mittelst eines besonderen, wimpernden Räderorgans im Wasser umherschwimmen; selten sitzen sie festgewachsen auf Wasserpflanzen und dergleichen auf. Einerseits schließen sie sich durch ihre niedersten Formen unmittelbar den Weichwürmern und zwar den Strudelwürmern (in mancher Beziehung auch den Bärwürmern) an. Andererseits nähern sich ihre höchst entwickelten Formen bereits den Gliedfüßern oder Arthropoden.

Die dritte Klasse der Gliedwürmer bildet die umfangreiche Abtheilung der Ringelwürmer (Annelida). Dahin gehören einerseits die nackten Regenwürmer und ihre Verwandten, welche wir als Kahlwürmer (Drilomorpha) zusammenfassen, andererseits die mit Borsten bewaffneten Borstenwürmer (Chaetopoda): die im Meere frei umherfriecheden Raubwürmer (Vagantia), die in Röhren versteckten Röhrenwürmer (Tubicolae) und die frei schwimmenden Ruderwürmer (Gymnocopa). Eine dritte Ordnung (Enteropneusta) wird durch den sonderbaren Balanoglossus gebildet, einen im Meere bei Neapel lebenden Wurm, der durch seine Athmungsweise an die Tunikaten und Wirbelthiere erinnert. Endlich kann man als eine vierte Ordnung mit den Ringelwürmern auch die Bärwürmer (Arctisca) vereinigen, kleine im Moose, auf Baumrinden u. s. w. sehr häufige Würmer, welche wegen ihrer acht Beinsegmente gewöhnlich (aber wohl mit Unrecht) zu den Spinnen gerechnet werden. Die meisten Ringelwürmer erreichen einen höheren Organisationsgrad als die übrigen Würmer, und entwickeln den eigentlichen Wurmtypus zu seiner höchsten Ausbildung. Viele schließen sich bereits unmittelbar an den Stamm der Gliedfüßer oder Arthropoden an. Diese letzteren müssen entweder wirklich von ausgestorbenen Ringelwürmern oder doch von nahe verwandten Gliedwürmern abstammen.

Neunzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.

II. Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere.

Stamm der Weichthiere oder Mollusken. Vier Klassen der Weichthiere: Tauscheln (Spirobranchien). Muscheln (Lamellibranchien). Schnecken (Gastropoden). Kraken (Cephalopoden). Stamm der Sternthiere oder Echinodermen. Abstammung derselben von den gegliederten Würmern (Panzerwürmern oder Phrotelminthen). Generationswechsel der Echinodermen. Vier Klassen der Sternthiere: Seesterne (Asteriden). Seelilien (Krinoiden). Seeigel (Echiniden). Seegurken (Holothurien). Stamm der Gliederthiere oder Arthropoden. Vier Klassen der Gliederthiere. Kiemenathmende Gliederthiere oder Crustaceen. (Gliederkrebse. Panzerkrebse). Luftröhrenathmende Gliederthiere oder Tracheaten. Spinnen (Streckspinnen, Rundspinnen). Tausendfüßer. Insecten. Kauende und saugende Insecten. Stammbaum und Geschichte der acht Insecten-Ordnungen.

Meine Herren! Die großen natürlichen Hauptgruppen des Thierreichs, welche wir als Stämme oder Phylen unterschieden haben (Die „Typen“ von Bär und Cuvier) sind nicht alle von gleicher systematischer Bedeutung für unsere Phylogenie oder Stammesgeschichte. Dieselben lassen sich weder in eine einzige Stufenreihe über einander ordnen, noch als ganz unabhängige Phylen, noch als gleichwerthige Zweige eines einzigen Stammbaums betrachten. Vielmehr stellt sich, wie wir im letzten Vortrag gesehen haben, einerseits der Stamm der Pflanzenthier als eine sehr eigenthümliche, sehr frühzeitig abge-

zweigte Gruppe den anderen fünf Stämmen gegenüber. Andererseits aber müssen wir unter diesen letzteren den vielgestaltigen und weitverzweigten Stamm der Würmer als die gemeinsame Wurzelgruppe betrachten, aus welcher (an ganz verschiedenen Zweigen) die übrigen Stämme, die vier höheren Phylen des Thierreichs hervorgesproßt sind (vergl. den Stammbaum S. 449).

Lassen Sie uns nun einen genealogischen Blick auf diese vier höheren Thierstämme werfen und versuchen, ob wir nicht schon jetzt die wichtigsten Grundzüge ihres Stammbaums zu erkennen im Stande sind. Wenn auch dieser Versuch noch sehr mangelhaft und unvollkommen ausfällt, so werden wir damit doch wenigstens einen ersten Anfang gemacht, und den Weg für spätere eingehendere Versuche geebnet haben.

Welche Reihenfolge wir bei Betrachtung der vier höheren Stämme des Thierreichs einschlagen, ist an sich ganz gleichgültig. Denn unter sich haben diese vier Phylen gar keine näheren verwandtschaftlichen Beziehungen, und haben sich vielmehr von ganz verschiedenen Nestern der Würmergruppe abgezweigt (S. 441). Als den unvollkommensten und tiefststehenden von diesen Stämmen, wenigstens in Bezug auf die morphologische Ausbildung, kann man den Stamm der Weichthiere (Mollusca) betrachten. Nirgends begegnen wir hier der charakteristischen Gliederung (Artikulation oder Metamerenbildung) des Körpers, welche schon die Gliedwürmer auszeichnete, und welche bei den übrigen drei Stämmen, den Sternthieren, Gliedfüßern und Wirbelthieren, die wesentlichste Ursache der höheren Formentwicklung, Differenzirung und Vervollkommnung wird. Vielmehr stellt bei allen Weichthieren, bei allen Muscheln, Schnecken u. s. w. der ganze Körper einen einfachen ungegliederten Sack dar, in dessen Höhle die Eingeweide liegen. Das Nervensystem besteht aus mehreren einzelnen (gewöhnlich drei), nur locker mit einander verbundenen Knotenpaaren, und nicht aus einem gegliederten Strang, wie bei den Sternthieren, Gliedfüßern und Wirbelthieren. Aus diesen und vielen anderen anatomischen Gründen halte ich den Weichthier-

stamm (trotz der höheren physiologischen Ausbildung seiner vollkommensten Formen) für den morphologisch niedersten unter den vier höheren Thierstämmen.

Wenn wir die Himatogen oder Molluscoiden, die bisher gewöhnlich mit dem Weichthierstamm vereinigt wurden, aus den angeführten Gründen ausschließen, so behalten wir als echte Mollusken folgende vier Klassen: die Tascheln, Muscheln, Schnecken und Kracken. Die beiden niederen Molluskenklassen, Tascheln und Muscheln, besitzen weder Kopf noch Zähne, und man kann sie daher als Kopflöse (Acephala) oder Zahnlose (Anodontoda) in einer Hauptklasse vereinigen. Diese Hauptklasse wird auch häufig als die der Schalthiere (Conchifera) oder Zweiflappigen (Bivalva) bezeichnet, weil alle Mitglieder derselben eine zweiflappige Kalkschale besitzen. Diesem gegenüber kann man die beiden höheren Weichthierklassen, Schnecken und Kracken, als Kopfträger (Cephalophora) oder Zahnträger (Odontophora) in einer zweiten Hauptklasse zusammenfassen, weil sowohl Kopf als Zähne bei ihnen ausgebildet sind.

Bei der großen Mehrzahl der Weichthiere ist der weiche sackförmige Körper von einer Kalkschale oder einem Kalkgehäuse geschützt, welches bei den Kopflösen (Tascheln und Muscheln) aus zwei Klappen, bei den Kopfträgern dagegen (Schnecken und Pulpen) aus einer meist gewundenen Röhre (dem sogenannten „Schneckenhaus“) besteht. Trotzdem diese harten Skelete massenhaft in allen neptunischen Schichten sich versteinert finden, sagen uns dieselben dennoch nur sehr wenig über die geschichtliche Entwicklung des Stammes aus. Denn diese fällt größtentheils in die Primordialzeit. Selbst schon in den silurischen Schichten finden wir alle vier Klassen der Weichthiere neben einander versteinert vor, und dies beweist deutlich, in Uebereinstimmung mit vielen anderen Zeugnissen, daß der Weichthierstamm damals schon eine mächtige Ausbildung erreicht hatte, als die höheren Stämme, namentlich Gliederthiere und Wirbelthiere, kaum über den Beginn ihrer historischen Entwicklung hinaus waren. In den darauf folgenden Zeitaltern, besonders zunächst im primären und

weiterhin im secundären Zeitraum, dehnten sich diese höheren Stämme mehr und mehr auf Kosten der Mollusken und Würmer aus, welche ihnen im Kampfe um das Dasein nicht gewachsen waren, und dem entsprechend mehr und mehr abnahmen. Die jetzt noch lebenden Weichthiere und Würmer sind nur als ein verhältnißmäßig schwacher Rest von der mächtigen Fauna zu betrachten, welche in primordiale und primärer Zeit über die anderen Stämme ganz überwiegend herrschte. (Vergl. Taf. VI nebst Erklärung im Anhang.)

In keinem Thierstamm zeigt sich deutlicher, als in dem der Mollusken, wie verschieden der Werth ist, welchen die Versteinerungen für die Geologie und für die Phylogenie besitzen. Für die Geologie sind die verschiedenen Arten der versteinerten Weichthierschalen von der größten Bedeutung, weil dieselben als „Leitmuscheln“ vortreffliche Dienste zur Charakteristik der verschiedenen Schichtengruppen und ihres relativen Alters leisten. Für die Genealogie der Mollusken dagegen besitzen sie nur sehr geringen Werth, weil sie einerseits Körperteile von ganz untergeordneter morphologischer Bedeutung sind, und weil andererseits die eigentliche Entwicklung des Stammes in die ältere Primordialzeit fällt, aus welcher uns keine deutlichen Versteinerungen erhalten sind. Wenn wir daher den Stammbaum der Mollusken construiren wollen, so sind wir vorzugsweise auf die Urkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie angewiesen, aus denen sich etwa Folgendes ergibt. (Gen. Morph II, Taf. VI, S. CII bis CXVI.)

Von den vier uns bekannten Klassen der echten Weichthiere stehen auf der niedersten Stufe die in der Tiefe des Meeres festgewachsenen Tascheln oder Spiralkiemer (Spirobranchia), oft auch unpassend als Armfüßer (Brachiopoda) bezeichnet. Von dieser Klasse leben gegenwärtig nur noch wenige Formen, einige Arten von *Lingula*, *Terebratula* und Verwandte; schwache Ueberbleibsel von der mächtigen und formenreichen Gruppe, welche die Tascheln in älteren Zeiten der Erdgeschichte darstellten. In der Silurzeit bildeten sie die Hauptmasse des ganzen Weichthierstammes. Aus der Uebereinstimmung, welche

in mancher Beziehung ihre Jugendzustände mit denjenigen der *Mollusche* darbieten, hat man geschlossen, daß sie sich aus Würmern entwickelt haben, welche dieser Klasse nahe standen. Von den beiden Unterklassen der Tascheln sind die Angellofen (*Ecardines*) als die niedern und unvollkommneren, die Angelschaligen (*Testicardines*) als die höheren und weiter entwickelten Tascheln zu betrachten.

Der anatomische Abstand zwischen den Tascheln und den drei übrigen Weichthier-Klassen ist so beträchtlich, daß man die letzteren als *Otocardier* den ersteren gegenüberstellen kann. Die *Otocardier* haben alle ein Herz mit Kammer und Vorkammer, während den Tascheln die Vorkammer fehlt. Auch ist das Centralnervensystem nur bei den ersteren, nicht bei den letzteren, in Gestalt eines vollständigen Schlundringes entwickelt. Es lassen sich daher die vier Mollusken-Klassen folgendermaßen gruppieren:

I. Weichthiere ohne Kopf. <i>Acephala.</i>	}	1. Tascheln (<i>Spirobranchia</i>)	}	I. <i>Haplocardia</i> (mit einfachem Herzen)
II. Weichthiere mit Kopf. <i>Cephalophora</i>	}	2. Muscheln (<i>Lamellibranchia</i>)	}	II. <i>Otocardia</i> (mit Kammer und Vorkammer am Herzen)
		3. Schnecken (<i>Cochlides</i>)	}	
		4. Kraken (<i>Cephalopoda</i>)	}	

Für die Stammesgeschichte der Mollusken ergibt sich hieraus, was auch die Paläontologie bestätigt, daß die Tascheln den uralten Wurzeln des ganzen Molluskenstammes viel näher stehen, als die *Otocardier*. Aus Mollusken, welche den Tascheln nahe verwandt waren, haben sich wahrscheinlich als zwei divergente Zweige die Muscheln und Schnecken entwickelt.

Die Muscheln oder Blattkiemer (*Lamellibranchia* oder *Phyllobranchia*) besitzen eine zweiflappige Schale wie die Tascheln. Während aber bei den letzteren die eine Schalenklappe den Rücken, die andere den Bauch der Taschel deckt, sitzen bei den Muscheln die beiden Klappen symmetrisch auf der rechten und linken Seite des

Körper. Die meisten Muschelthiere leben im Meere, nur wenige im süßen Wasser. Die Klasse zerfällt in zwei Unterklassen, Asiphonien und Siphoniaten, von denen sich die letzteren erst später aus den ersteren entwickelt haben. Zu den Asiphonien gehören die Austern, Perlmuttermuscheln und Leichmuscheln, zu den Siphoniaten, die sich durch eine Athemröhre auszeichnen, die Venusmuscheln, Messermuscheln und Bohrmuscheln.

Aus den kopflosen und zahnlosen Weichthieren können sich erst später die höheren Mollusken entwickelt haben, welche sich durch die deutliche Ausbildung eines Kopfes und namentlich durch ein eigenthümliches Gebiß vor jenen auszeichnen. Die Zunge trägt hier eine besondere Platte, welche mit sehr zahlreichen Zähnen bewaffnet ist. Bei unserer gemeinen Weinbergeschnecke (*Helix pomatia*) beträgt die Zahl dieser Zähne 21,000 und bei der großen Gartenschnecke (*Limax maximus*) sogar 26,800.

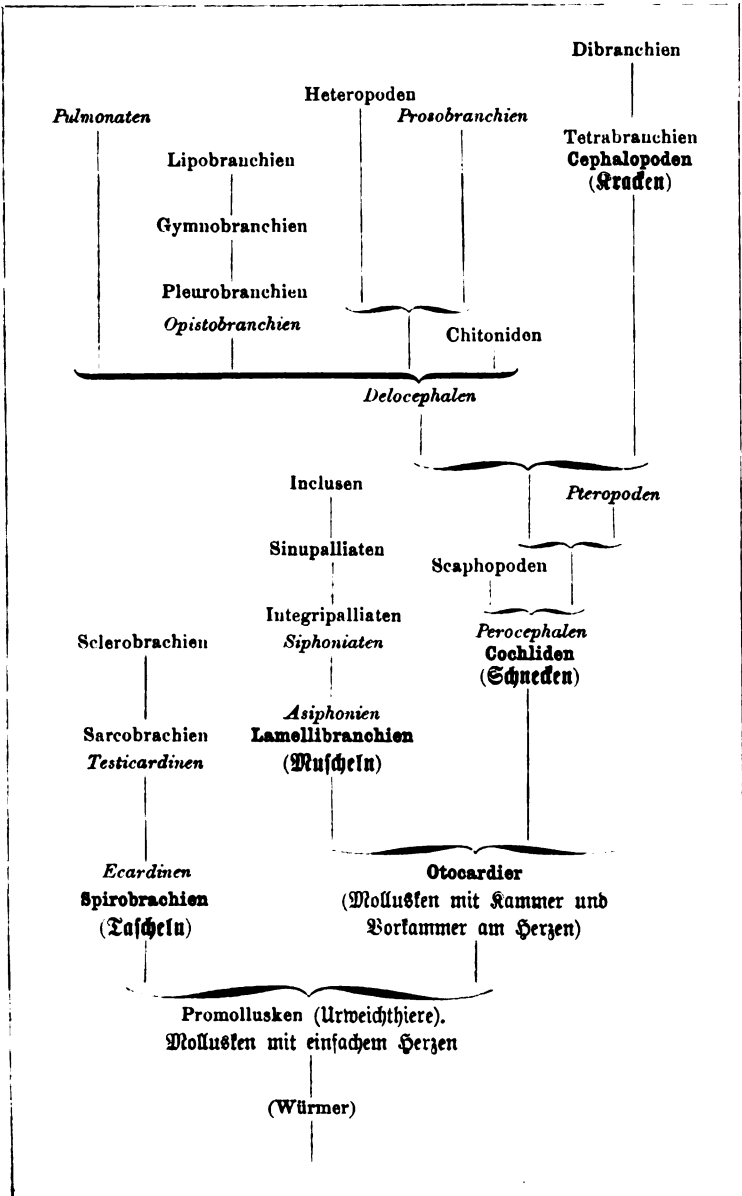
Unter den Schnecken (*Cochlides* oder *Gasteropoda*) unterscheiden wir wieder zwei Unterklassen, Stummelköpfe und Kopfschnecken. Die Stummelköpfe (*Perocephala*) schließen sich einerseits sehr eng an die Muscheln an (durch die Schaufelschnecken), andererseits aber an die Kracken (durch die Flossenschnecken). Die höher entwickelten Kopfschnecken (*Delocephala*) kann man in Kiemenschnecken (*Branchiata*) und Lungenschnecken (*Pulmonata*) eintheilen. Zu den letzteren gehören die Landschnecken, die einzigen unter allen Mollusken, welche das Wasser verlassen und sich an das Landleben angepasst haben. Die große Mehrzahl der Schnecken lebt im Meere, nur wenige im süßen Wasser. Einige Flußschnecken der Tropen (die Ampullarien) leben amphibisch, bald auf dem Lande, bald im Wasser. Im letzteren Falle athmen sie durch Kiemen, im ersteren durch Lungen. Sie vereinigen beiderlei Athmungsorgane, wie die Lurche unter den Wirbelthieren.

Die vierte und letzte, und zugleich die höchst entwickelte Klasse der Mollusken bilden die Kracken oder Pulpen, auch Tintenfische oder Kopffüßer genannt (*Cephalopoda*). Sie leben alle

Systematische Uebersicht

der 4 Klassen, 8 Unterklassen und 21 Ordnungen der Weichthiere.

Klassen der Weichthiere	Unterklassen der Weichthiere	Ordnungen der Weichthiere	Systematischer Name der Ordnungen
I. Weichthiere ohne Kopf und ohne Bähne: Acophala oder Anodontoda.			
I. Tascheln oder Spiralkiemer Spirobranchia oder Brachiopoda	I. <i>Ecardines</i> Angellose	1. Zungentascheln	1. Lingulida
		2. Scheibentascheln	2. Craniada
	II. <i>Testicardines</i> Angelschalige	3. Fleischarmige	3. Sarcobranchia
		4. Kalkarmige	4. Scelerobranchia
II. Muscheln oder Blattkiemer Lamellibranchia oder Phyllobranchia	III. <i>Asiphonia</i> Muscheln ohne Athemröhre	5. Einmuskler	5. Monomya
		6. Ungleichmuskler	6. Heteromya
		7. Gleichmuskler	7. Isomya
	IV. <i>Siphoniata</i> Muscheln mit Athemröhre	8. Rundmäntel	8. Integripalliata
		9. Buchtmäntel	9. Sinupalliata
		10. Röhrenmuscheln	10. Inclusa
II. Weichthiere mit Kopf und mit Bähnen: Cephalophora oder Odontophora.			
III. Schnecken Cochlides oder Gasteropoda	V. Stummel- köpfe <i>Perocephala</i>	11. Schaufelschnecken	11. Scaphopoda
		12. Flossenschnecken	12. Pteropoda
		13. Hinterkiemer	13. Opisthobranchia
	VI. Kopf- schnecken <i>Delocephala</i>	14. Vorderkiemer	14. Prosobranchia
		15. Rielschnecken	15. Heteropoda
		16. Käferschnecken	16. Chitonida
		17. Lungenschnecken	17. Pulmonata
IV. Kraken oder Tulpen Cephalopoda	VII. Kammer- kraken (Vierkiemige) <i>Tetrabranchia</i>	18. Perlboote	18. Nautilida
		19. Ammonsboote	19. Ammonitida
	VIII. Tinten- kraken (Zweikiemige) <i>Dibranchia</i>	20. Zehnarmige	20. Decabrachiones
21. Achtarmige		21. Octobrachioues	



im Meere und zeichnen sich vor den Schnecken durch acht, zehn oder mehr lange Arme aus, welche im Kranze den Mund umgeben. Die Kracken, welche noch jetzt in unseren Meeren leben, die Sepien, Kalmare, Argonautenboote und Perlboote, sind gleich den wenigen Spiralkiemern der Gegenwart nur dürftige Reste von der formenreichen Schaar, welche diese Klasse in den Meeren der primordialen, primären und secundären Zeit bildete. Die zahlreichen versteinerten Ammonshörner (Ammonites), Perlboote (Nautilus) und Donnerkeile (Belemnites) legen noch heutzutage von jenem längst erloschenen Glanze des Stammes Zeugniß ab. Wahrscheinlich haben sich die Pulpen aus einem niederen Zweige der Schneckenklasse, aus den Flossenschnecken (Pteropoden) oder Verwandten derselben entwickelt.

Die verschiedenen Unterklassen und Ordnungen, welche man in den vier Molluskenklassen unterscheidet, und deren systematische Reihenfolge Ihnen die vorstehende Tabelle (S. 474) anführt, liefern in ihrer historischen und ihrer entsprechenden systematischen Entwicklung mannichfache Beweise für die Gültigkeit des Fortschrittsgesetzes. Da jedoch diese untergeordneten Molluskengruppen an sich weiter von keinem besonderen Interesse sind, verweise ich Sie auf die gegenüberstehende Skizze ihres Stammbaums (S. 475) und auf den ausführlichen Stammbaum der Weichthiere, welchen ich in meiner generellen Morphologie gegeben habe, und wende mich sogleich weiter zur Betrachtung des Sternthierstammes.

Die Sternthiere (Echinoderma oder Astroda), zu welchen die vier Klassen der Seesterne, Seeilien, Seeigel und Seegurken gehören, sind eine der interessantesten, und dennoch wenigst bekannten Abtheilungen des Thierreichs. Alle leben im Meere. Jeder von Ihnen, der einmal an der See war, wird wenigstens zwei Formen derselben, die Seesterne und Seeigel, gesehen haben. Wegen ihrer sehr eigenthümlichen Organisation sind die Sternthiere als ein ganz selbstständiger Stamm des Thierreichs zu betrachten, und namentlich gänzlich von den Pflanzenthieren, den Zoophyten oder Cölenteraten zu trennen, mit denen sie noch jetzt oft irrthümlich als Strahlthiere oder Radiaten

zusammengefaßt werden (so z. B. von Agassiz, welcher auch diesen Irrthum Cuvier's neben manchen anderen noch heute vertheidigt). Eher als mit den Pflanzenthieren könnte man die Sternthiere mit den Würmern oder selbst mit den Gliedfüßern vereinigen.

Alle Echinodermen sind ausgezeichnet und zugleich von allen anderen Thieren verschieden durch einen sehr merkwürdigen Bewegungsapparat. Dieser besteht in einem verwickeltesten System von Canälen oder Röhren, die von außen mit Seewasser gefüllt werden. Das Seewasser wird in dieser Wasserleitung theils durch schlagende Wimperhaare, theils durch Zusammenziehungen der muskulösen Röhrenwände selbst, die Gummischläuchen vergleichbar sind, fortbewegt. Aus den Röhren wird das Wasser in sehr zahlreiche hohle Füßchen hinein gepreßt, welche dadurch prall ausgedehnt und nun zum Gehen und zum Ansaugen benutzt werden. Außerdem sind die Sternthiere auch durch eine eigenthümliche Verkalkung der Haut ausgezeichnet, welche bei den meisten zur Bildung eines festen, geschlossenen, aus vielen Platten zusammengesetzten Panzers führt. Bei fast allen Echinodermen ist der Körper aus fünf Strahltheilen (Gegenständen oder Antimeren) zusammengesetzt, welche rings um die Hauptaxe des Körpers sternförmig herum stehen und sich in dieser Axe berühren. Nur bei einigen Seesternarten steigt die Zahl dieser Strahltheile über fünf hinaus, auf 6—9, 10—12, oder selbst 20—40; und in diesem Falle ist die Zahl der Strahltheile bei den verschiedenen Individuen der Species meist nicht beständig, sondern wechselnd.

Die geschichtliche Entwicklung und der Stammbaum der Echinodermen werden uns durch ihre zahlreichen und meist vortrefflich erhaltenen Versteinerungen, durch ihre sehr merkwürdige individuelle Entwicklungsgeschichte und durch ihre interessante vergleichende Anatomie so vollständig enthüllt, wie es außerdem bei keinem anderen Thierstamme, selbst die Wirbelthiere vielleicht nicht ausgenommen, der Fall ist. Durch eine kritische Benutzung jener drei Archive und eine denkende Vergleichung ihrer Resultate gelangen wir zu folgender Ge-

nealogie der Sternthiere, die ich in meiner generellen Morphologie begründet habe (Gen. Morph. II, Taf. IV, S. LXII—LXXVII).

Die älteste und ursprüngliche Gruppe der Sternthiere, die Stammform des ganzen Phylum, ist die Klasse der Seesterne (Asterida). Dafür spricht außer zahlreichen und wichtigen Beweisgründen der Anatomie und Entwicklungsgeschichte vor allen die hier noch unbeständige und wechselnde Zahl der Strahltheile oder Antimeren, welche bei allen übrigen Echinodermen ausnahmslos auf fünf fixirt ist. Jeder Seestern besteht aus einer mittleren kleinen Körperscheibe, an deren Umkreis in einer Ebene fünf oder mehr lange gegliederte Arme befestigt sind. Jeder Arm des Seesterns entspricht in seiner ganzen Organisation wesentlich einem gegliederten Wurme aus der Hauptklasse der Gliedwürmer oder Coelminthen. Ich betrachte daher den Seestern als einen echten Stock oder Cormus von fünf oder mehr gegliederten Würmern, welche mit dem einen Ende ihres Körpers verwachsen sind. Hier haben sie sich eine gemeinschaftliche Mundöffnung und eine gemeinsame Verdauungshöhle (Magen) gebildet, die in der mittleren Körperscheibe liegen. Das verwachsene Ende, welches in die gemeinsame Mittelscheibe mündet, ist wahrscheinlich das Hinterende der ursprünglichen selbstständigen Würmer.

In ganz ähnlicher Weise sind auch bei den ungegliederten Würmern bisweilen mehrere Individuen zur Bildung eines sternförmigen Stockes vereinigt. Das ist namentlich bei den Botrylliden der Fall, zusammengesetzten Seescheiden oder Ascidien, welche zur Klasse der Mantelthiere (Tunicaten) gehören. Auch hier sind die einzelnen Würmer mit ihrem hinteren Ende, wie ein Mattenkönig, verwachsen, und haben sich hier eine gemeinsame Auswurfsöffnung, eine Centrifloake gebildet, während am vorderen Ende noch jeder Wurm seine eigene Mundöffnung besitzt. Bei den Seesternen würde die letztere im Laufe der historischen Stockentwicklung zugewachsen sein, während sich die Centrifloake zu einem gemeinsamen Mund für den ganzen Stock ausbildete.

Die Seesterne würden demnach Würmerstöcke sein, welche sich entweder durch sternförmige Knospenbildung oder durch sternförmige Verwachsung aus echten gegliederten Würmern oder Coelminthen entwickelt haben. Diese Hypothese wird auf das Stärkste durch die vergleichende Anatomie und Ontogenie der gegliederten Seesterne (*Colastra*) und der gegliederten Würmer (*Colelminthes*) gestützt. Unter den letzteren stehen in Bezug auf den inneren Bau die vielgliedrigen Ringelwürmer (*Annelida*) den einzelnen Armen oder Strahltheilen der Seesterne, d. h. den ursprünglichen Einzelwürmern, ganz nahe. Jeder der fünf Arme des Seesterns ist aus einer großen Anzahl hinter einander liegender gleichartiger Glieder oder Metameren kettenartig zusammengesetzt, ebenso wie jeder gegliederte Wurm und jedes Arthropod. Wie bei diesen letzteren, so verläuft auch bei den ersteren in der Mittellinie der Bauchtheile ein centraler Nervenstrang, das Bauchmark. An jedem Metamere sind ein paar ungegliederte Füße und außerdem meistens ein oder mehrere starre Stacheln angebracht, ähnlich wie bei den Ringelwürmern. Auch vermag der abgetrennte Seestern-Arm ein selbstständiges Leben zu führen und kann sich dann durch sternförmige Knospenbildung an einem Ende wieder zu einem fünfstrahligen Seesterne ergänzen.

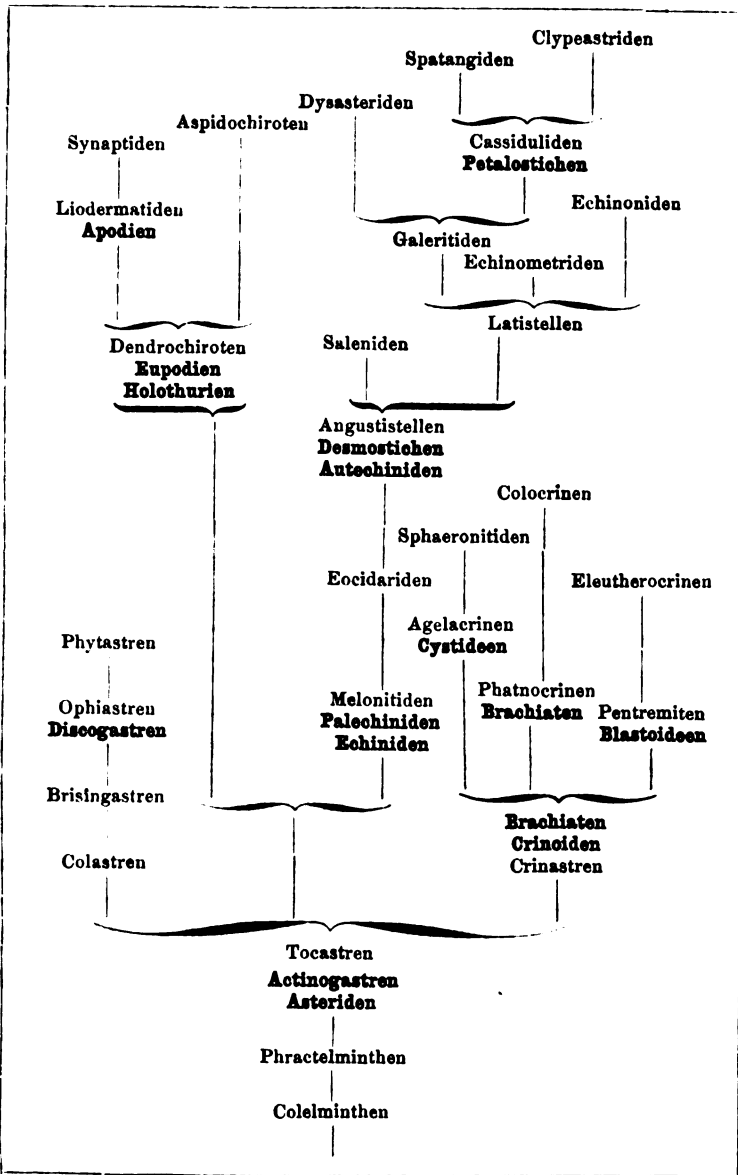
Die wichtigsten Beweise aber für die Wahrheit meiner Hypothese liefert die Ontogenie oder die individuelle Entwicklungsgeschichte der Echinodermen. Die höchst merkwürdigen Thatsachen dieser Ontogenie sind erst vor zwanzig Jahren durch den großen Berliner Zoologen Johannes Müller entdeckt worden. Einige ihrer wichtigsten Verhältnisse sind auf Taf. VIII und IX vergleichend dargestellt. (Vergl. die nähere Erklärung derselben unten im Anhang). Fig. A auf Taf. IX zeigt Ihnen einen gewöhnlichen Seestern (*Uraster*), Fig. B eine Seelilie (*Comatula*), Fig. C einen Seeigel (*Echinus*) und Fig. D eine Seegurke (*Synapta*). Trotz der außerordentlichen Formverschiedenheit, welche diese vier Vertreter der verschiedenen Sternthier-Classen zeigen, ist dennoch der Anfang der Entwicklung bei allen ganz gleich. Aus dem Ei entwickelt sich eine Thierform

Systematische Uebersicht

der 4 Klassen, 9 Unterklassen und 20 Ordnungen der Sternthiere.

(Vergl. Gen. Morph. II, Taf. IV, S. LXII — LXXVII.)

Klassen der Sternthiere	Unterklassen der Sternthiere	Ordnungen der Sternthiere	Systematischer Name der Ordnungen
I. Seeesterne Astorida	I. Seeesterne mit Strahlen- magen <i>Actinogastra</i>	1. Stammsterne	1. Tocastra
		2. Gliedersterne	2. Colastra
	II. Seeesterne mit Scheiben- magen <i>Discogastra</i>	3. Brisingasterne	3. Brisingastra
		4. Schlangensterne	4. Ophiastra
		5. Baumsterne	5. Phytastra
		6. Liliensterne	6. Crinastra
II. Seeellilien Crinoida	III. Armlilien <i>Brachiata</i>	7. Gefäßelte Arm- lilien	7. Phatnoerinida
		8. Segliederte Armlilien	8. Colocrinida
	IV. Knospen- lilien <i>Blastoidea</i>	9. Regelmäßige Knospenlilien	9. Pentremitida
		10. Zweiseitige Knospenlilien	10. EleutheroCrina
		V. Blasen- lilien <i>Cystidea</i>	11. Stiellose Bla- senlilien
12. Gestielte Bla- senlilien	12. Sphaeronitida		
III. Seeigel Echinida	VI. Ältere Seeigel (mit mehr als 20 Plattenreihen) <i>Palechinida</i>	13. Palechiniden mit mehr als 10 ambulakralen Plattenreihen	13. Melonitida
		14. Palechiniden mit 10 ambu- lakralen Plat- tenreihen	14. Eocidarida
	VII. Jüngere Seeigel (mit 20 Platten- reihen) <i>Autechinida</i>	15. Autechiniden mit Bandambu- lakralen	15. Desmosticha
		16. Autechiniden mit Blattambu- lakralen	16. Petalosticha
IV. Seegurken Holothuridae	VIII. Seegur- ken mit Wasserfüßchen <i>Eupodia</i>	17. Eupodien mit schildförmigen Fühlern	17. Aspidochirota
		18. Eupodien mit baumförmigen Fühlern	18. Dendrochirota
	IX. Seegur- ken ohne Wasserfüßchen <i>Apodia</i>	19. Apodien mit Kiemen	19. Liodermatida
		20. Apodien ohne Kiemen	20. Synaptida

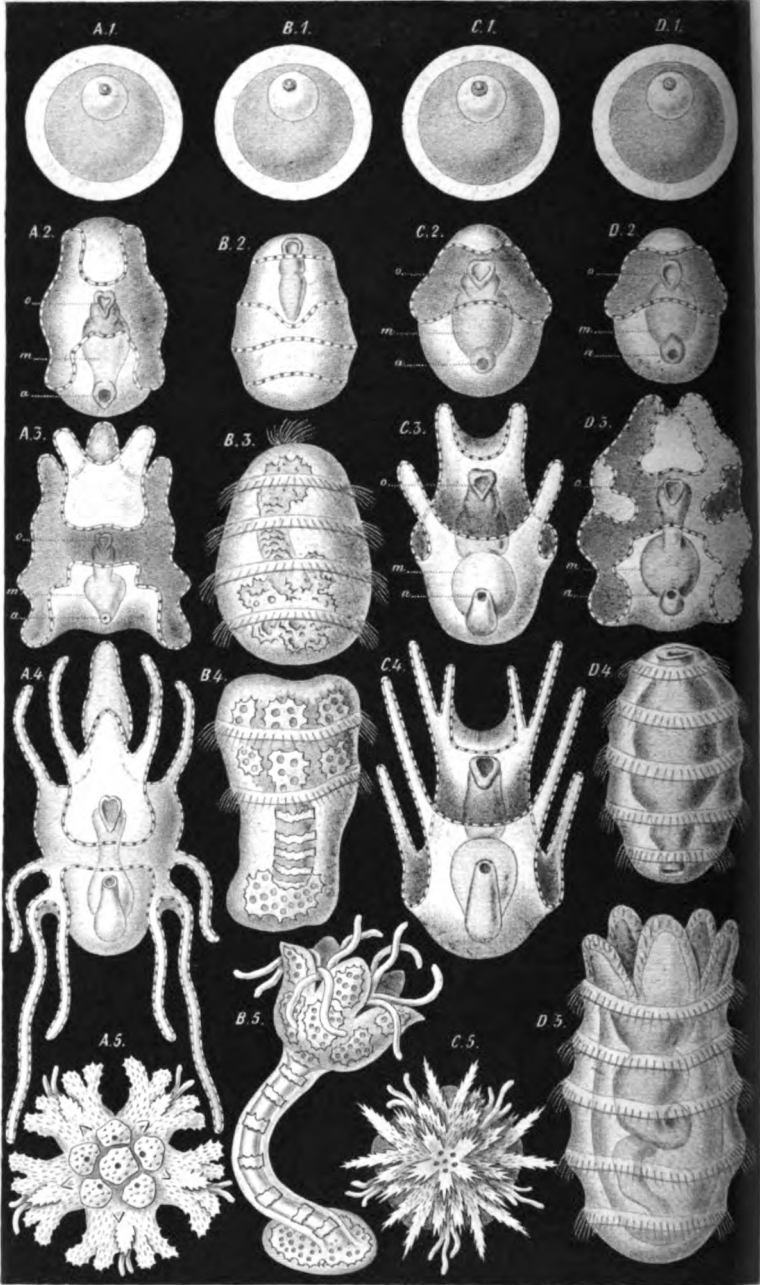


welche gänzlich von dem ausgebildeten Sternthiere verschieden, dagegen den bewimperten Larven gewisser Coelminthen (Sternwürmer und Ringelwürmer) höchst ähnlich ist. Diese sonderbare Thierform wird gewöhnlich als „Larve“, richtiger aber als „Amme“ der Sternthiere bezeichnet. Sie ist sehr klein, durchsichtig, schwimmt mittelst einer Wimperfahne im Meere umher, und ist stets aus zwei symmetrisch gleichen Körperhälften zusammengesetzt. Das erwachsene Sternthier dagegen, welches vielfach (oft mehr als hundertmal) größer und ganz undurchsichtig ist, kriecht auf dem Grunde des Meeres und ist stets aus mindestens fünf gleichen Stücken (Gegenständen oder Antimeren) strahlig zusammengesetzt. Taf. VIII zeigt die Entwicklung der Ammen von den auf Taf. IX abgebildeten vier Sternthieren.

Das ausgebildete Sternthier entsteht nun durch einen sehr merkwürdigen Knospungs-Proceß im Innern der Amme, von welcher dasselbe wenig mehr als den Magen beibehält. Die Amme oder die fälschlich sogenannte „Larve“ der Echinodermen ist demnach als ein solitärer Wurm aufzufassen, welcher durch innere Knospungsbildung eine zweite Generation in Form eines Stockes von sternförmig verbundenen Würmern erzeugt. Dieser ganze Proceß ist echter Generationswechsel oder Metagenesis, keine „Metamorphose“, wie gewöhnlich unrichtig gesagt wird. Ein ähnlicher Generationswechsel findet sich auch noch bei anderen Würmern, nämlich bei einigen Sternwürmern (Sipunculiden) und Schnurwürmern (Nemertinen). Erinnern wir uns nun des biogenetischen Grundgesetzes (S. 361) und beziehen wir die Ontogenie der Echinodermen auf ihre Phylogenie, so wird uns auf einmal die ganze historische Entwicklung der Sternthiere klar und verständlich, während sie ohne jene Hypothese ein unlösbares Räthsel bleibt (vergl. Gen. Morph. II, S. 95—99).

Außer den angeführten Gründen legen auch noch viele andere Thatsachen (besonders aus der vergleichenden Anatomie der Echinodermen) das deutlichste Zeugniß für die Richtigkeit meiner Hypothese ab. Ich habe diese Stammhypothese 1866 aufgestellt, ohne eine Ahnung davon zu haben, daß auch noch versteinerte Glied-

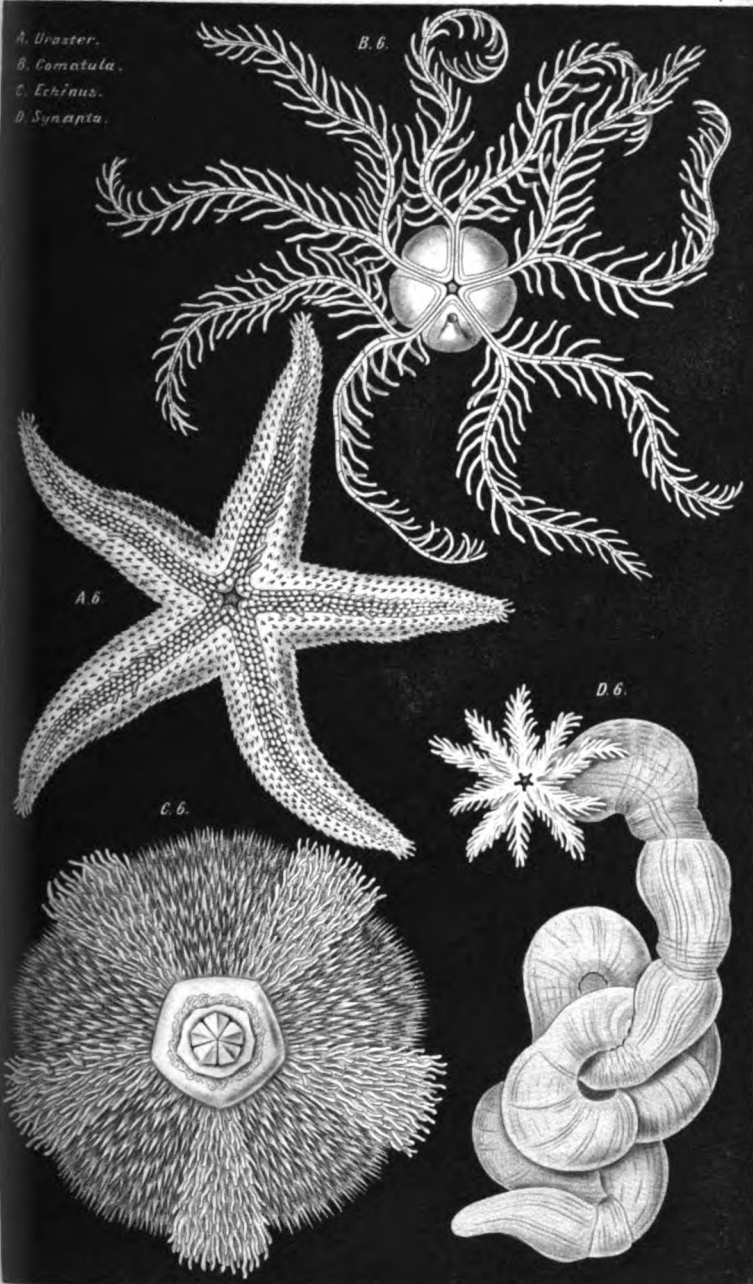
UNIVERSITY OF
TORONTO LIBRARY
AT 100 E. BAY
TORONTO, ONTARIO



Haeckel del.

Magnuschilder sc.

- A. Uraster.
- B. Comatula.
- C. Echinus.
- D. Synapta.



Haeckel del.

Wagnerscher sc.

1228

würmer existiren, welche jenen hypothetisch vorausgesetzten Stammformen zu entsprechen scheinen. Solche sind aber inzwischen wirklich bekannt geworden. In einer Abhandlung „über ein Aequivalent der talonischen Schiefer Nordamerikas in Deutschland“ beschrieben 1867 Weinig und Liebe eine Anzahl von gegliederten silurischen Würmern, welche vollkommen den von mir gemachten Voraussetzungen entsprechen. Diese höchst merkwürdigen Würmer kommen in den Dachschiefeln von Wurzbach im reußischen Oberlande zahlreich in vortrefflich erhaltenem Zustande vor. Sie haben den Bau eines gegliederten Seesternarms, und müssen offenbar einen festen Hautpanzer, ein viel härteres und festeres Hautskelet besessen haben, als es sonst bei den Würmern vorkommt. Die Zahl der Körperglieder oder Metameren ist sehr beträchtlich, so daß die Würmer bei einer Breite von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Zoll eine Länge von 2—3 Fuß und mehr erreichten. Die vortrefflich erhaltenen Abdrücke, namentlich von *Phyllodocites thuringiacus* und *Crossopodia Henrici*, gleichen so sehr den skeletirten Armen mancher gegliederten Seesterne (*Colastra*), daß ihre wirkliche Blutsverwandtschaft sehr wahrscheinlich ist. Ich bezeichne diese uralte Würmergruppe, zu welcher höchstwahrscheinlich die Stammväter der Seesterne gehört haben, als Panzerwürmer (*Phractelminthes*, S. 460).

Aus der Klasse der Seesterne, welche die ursprüngliche Form des sternförmigen Wurmstockes am getreuesten erhalten hat, haben sich die drei anderen Klassen der Echinodermen offenbar erst später entwickelt. Am wenigsten von ihnen entfernt haben sich die Seelilien (*Crinoida*), welche aber die freie Ortsbewegung der übrigen Sternthiere aufgegeben, sich festgesetzt, und dann einen mehr oder minder langen Stiel entwickelt haben. Einige Seelilien (z. B. die *Comateln*, Fig. B auf Taf. VIII und IX) lösen sich jedoch späterhin von ihrem Stiele wieder ab. Die ursprünglichen Wurmindividuen sind zwar bei den Crinoiden nicht mehr so selbstständig und ausgebildet erhalten, wie bei den Seesternen; aber dennoch bilden sie stets mehr oder minder gegliederte, von der gemeinsamen Mittelscheibe

abgesetzte Arme. Wir können daher die Seelilien mit den Seester-
nen zusammen in der Hauptklasse der Gliederarmigen (Colo-
brachia) vereinigen.

In den beiden anderen Echinodermenklassen, bei den Seeigeln
und Seegurken, sind die gegliederten Arme nicht mehr als selbst-
ständige Körpertheile erkennbar, vielmehr durch weitgehende Centra-
lisation des Stockes vollkommen in der Bildung der gemeinsamen,
aufgeblasenen Mittelscheibe aufgegangen, so daß diese jetzt als eine
einfache armlose Büchse oder Kapsel erscheint. Der ursprüngliche In-
dividuenstock ist scheinbar dadurch wieder zum Formwerth eines ein-
fachen Individuums, einer einzelnen Person, herabgesunken. Wir
können daher diese beiden Klassen als Armlose (Lipobrachia) den
Gliederarmigen gegenübersehen. Die erste Klasse derselben, die See-
igel (Echinida) führen ihren Namen von den zahlreichen, oft sehr
großen Stacheln, welche die feste, aus Kalkplatten sehr künstlich zu-
sammengesetzte Schale bedecken (Fig. C, Taf. VIII und IX). Die
Schale selbst hat die Grundform einer fünfseitigen Pyramide. Wahr-
scheinlich haben sich die Seeigel unmittelbar aus einem Zweige der
Seesterne entwickelt. Die einzelnen Abtheilungen der Seeigel bestä-
tigen in ihrer historischen Aufeinanderfolge ebenso wie die Ordnun-
gen der Seelilien und Seesterne, welche Ihnen die nebenstehende
Tabelle aufführt, in ausgezeichnete Weise die Gesetze des Fortschritts
und der Differenzirung. In jeder jüngeren Periode der Erdgeschichte
sehen wir die einzelnen Klassen an Mannichfaltigkeit und Vollkom-
menheit stetig zunehmen (Gen. Morph. II, Taf. IV).

Während uns die Geschichte dieser drei Sternthierklassen durch
die zahlreichen und vortrefflich erhaltenen Versteinerungen sehr genau
erzählt wird, wissen wir dagegen von der geschichtlichen Entwick-
lung der vierten Klasse, der Seegurken (Holothuriae), fast Nichts.
Außerlich zeigen diese sonderbaren gurkenförmigen Sternthiere eine
trägerische Aehnlichkeit mit Würmern (Fig. D, Taf. VIII und IX).
Die Skelettbildung der Haut ist hier sehr unvollkommen und daher
konnten keine deutlichen Reste von ihrem langgestreckten walzenför-

migen wurmähnlichen Körper in fossilem Zustande erhalten bleiben. Dagegen läßt sich aus der vergleichenden Anatomie der Holothurien erschließen, daß dieselben wahrscheinlich aus einer Abtheilung der Seeigel durch Erweichung des Hautskelets entstanden sind.

Von den Sternthieren wenden wir uns zu dem fünften und höchst entwickelten Stamm unter den wirbellosten Thieren, zu dem Phylum der Gliederthiere oder Gliedfüßer (Arthropoda). Wie schon vorher bemerkt wurde, entspricht dieser Stamm der Klasse der Kerfe oder Insecten im ursprünglichen Sinne Linné's. Er enthält wiederum vier Klassen, nämlich 1. die echten sechsbeinigen Insecten; 2. die achtbeinigen Spinnen; 3. die mit zahlreichen Beinpaaren versehenen Tausendfüße und 4. die mit einer wechselnden Beinzahl versehenen Krebse oder Krustenthiere. Die letzte Klasse athmet Wasser durch Kiemen und kann daher als Hauptklasse der Kiemenathmenden Arthropoden oder Kiemenkerfe (Carides) den drei ersten Klassen entgegengesetzt werden. Diese athmen Luft durch eigenthümliche Luftröhren oder Tracheen, und können daher passend in der Hauptklasse der tracheenathmenden Arthropoden oder Tracheenkerfe (Tracheata) vereinigt werden.

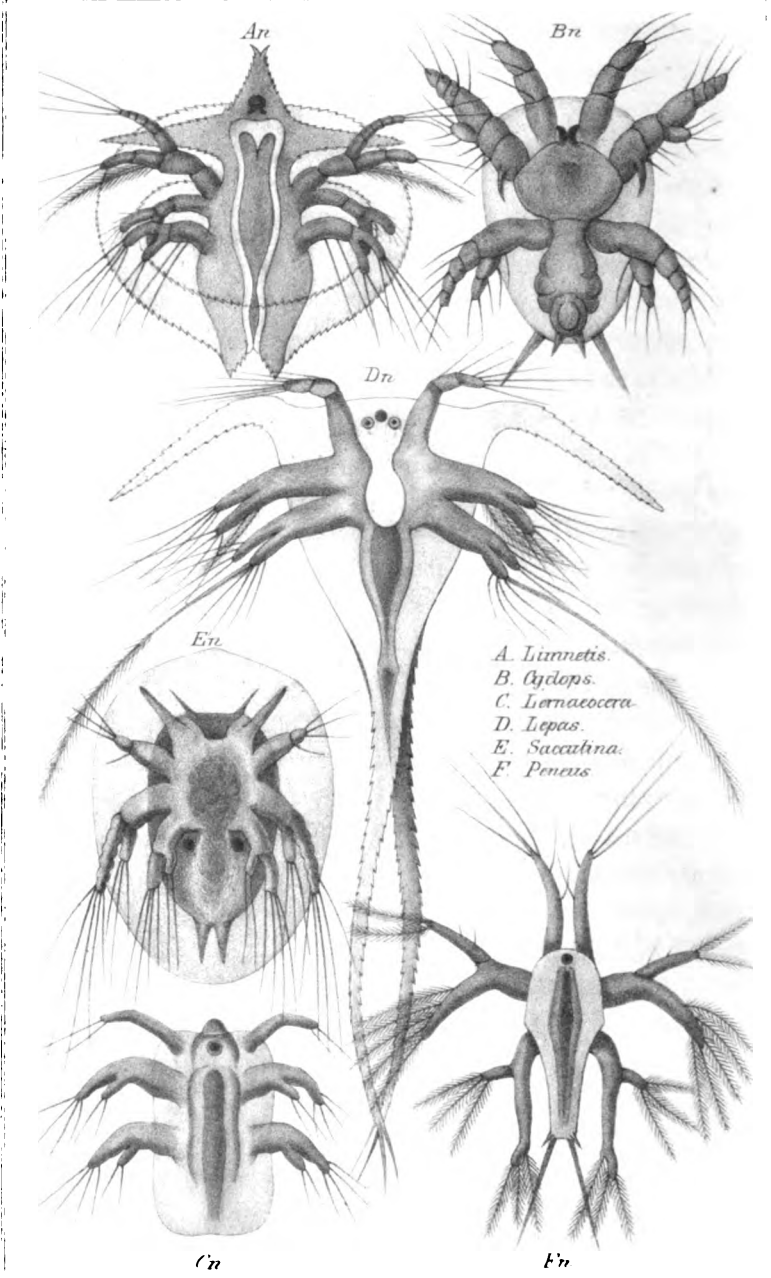
Bei allen Gliedfüßern sind, wie der Name sagt, die Beine deutlich gegliedert, und dadurch, sowie durch die stärkere Differenzirung der getrennten Körperabschnitte oder Metameren unterscheiden sie sich wesentlich von den geringelten Würmern, mit denen sie Bär und Cuvier in ihrem Typus der Articulaten vereinigten. Uebrigens stehen sie den Gliedwürmern (Coelminthes) in jeder Beziehung so nahe, daß sie kaum scharf von ihnen zu trennen sind. Insbesondere theilen sie mit den Ringelwürmern die sehr charakteristische Form des centralen Nervensystems, das sogenannte Bauchmark, welches vorn mit einem den Mund umgebenden Schlundring beginnt. Auch aus anderen Thatfachen geht hervor, daß die Arthropoden sich jedenfalls aus Gliedwürmern erst später entwickelt haben. Wahrscheinlich sind entweder die Käberthiere oder die Ringelwürmer ihre näch-

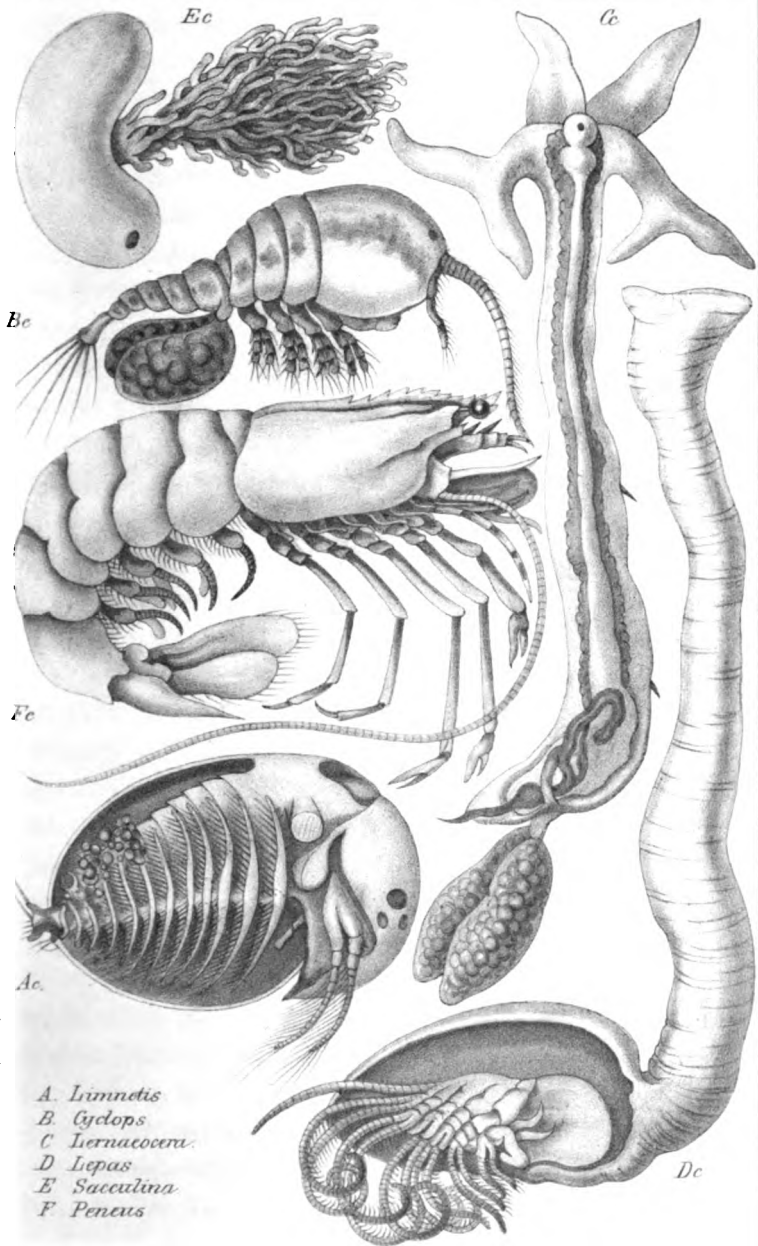
sten Blutsverwandten im Würmerstamme (Gen. Morph. II, Taf. V, S. LXXXV — CII).

Wenn nun auch die Abstammung der Arthropoden von Coelminthen als sicher gelten darf, so kann man doch nicht mit gleicher Sicherheit behaupten, daß der ganze Stamm der ersteren nur aus einem Zweige der letzteren entstanden sei. Es scheinen nämlich manche Gründe dafür zu sprechen, daß die Kiemenkerfe sich aus einem anderen Zweige der gegliederten Würmer entwickelt haben, als die Tracheenkerfe. Wahrscheinlicher aber bleibt es vorläufig noch, daß beide Hauptklassen aus einer und derselben Coelminthengruppe entstanden sind. In diesem Falle können sich die tracheenathmenden Insecten, Spinnen und Tausendfüßer erst später von den kiemenathmenden Krustenthieren abgezweigt haben.

Der Stammbaum der Arthropoden läßt sich im Ganzen aus der Paläontologie, vergleichenden Anatomie und Ontogenie seiner vier Klassen vortreflich erkennen, obwohl auch hier, wie überall, im Einzelnen noch sehr vieles dunkel bleibt. Wenn man erst die individuelle Entwicklungsgeschichte aller einzelnen Gruppen genauer kennen wird, als es jetzt der Fall ist, wird jene Dunkelheit mehr und mehr schwinden. Am besten kennt man dieselbe bis jetzt von der Klasse der Kiemenkerfe oder Krebse (Carides), wegen ihrer harten krustenartigen Körperbedeckung auch Krustenthierc (Crustacea) genannt. Die Ontogenie dieser Thiere ist außerordentlich interessant, und verräth uns, ebenso wie diejenige der Wirbelthiere, deutlich die wesentlichen Grundzüge ihrer Stammesgeschichte oder Phylogenie. Friß Müller hat in seiner ausgezeichneten, bereits angeführten Schrift „Für Darwin“¹⁶⁾ dieses merkwürdige Verhältniß vortreflich erläutert.

Die gemeinschaftliche Stammform aller Krebse, welche sich bei den meisten noch heutzutage zunächst aus dem Ei entwickelt, ist ursprünglich eine und dieselbe: der sogenannte Nauplius. Dieser merkwürdige Urkrebß stellt eine sehr einfache gegliederte Thierform dar, deren Körper meistens die Gestalt einer rundlichen, ovalen oder birnförmigen Scheibe hat, und auf seiner Bauchseite nur drei Beinpaare





- A. *Limnetis*
- B. *Cyclops*
- C. *Lernaeocera*
- D. *Lepas*
- E. *Sacculina*
- F. *Peneus*

trägt. Von diesen ist das erste ungespalten, die beiden folgenden Paare gabelspaltig. Vorn über dem Munde sitzt ein einfaches unpaariges Auge. Trotzdem die verschiedenen Ordnungen der Crustaceen-Klasse in dem Bau ihres Körpers und seiner Anhänge sich sehr weit von einander entfernen, bleibt dennoch ihre jugendliche Naupliusform immer im Wesentlichen dieselbe. Werfen Sie, um sich hiervon zu überzeugen, einen vergleichenden Blick auf Taf. X und XI, deren nähere Erklärung unten im Anhang gegeben wird. Auf Taf. XI sehen Sie die ausgebildeten Repräsentanten von sechs verschiedenen Krebsordnungen, einen Blattfüßer (*Limnetis*, Fig. Ac), einen Rankenkrebs (*Lepas*, Fig. Dc), einen Wurzelkreb (Sacculina, Fig. Ec), einen Ruderkrebs (*Cyclops*, Fig. Bc), eine Fischlaus (*Lernaeocera*, Fig. Cc) und endlich eine hoch organisierte Garnele (*Peneus*, Fig. Fc). Diese sechs Krebse weichen in der ganzen Körperform, in der Zahl und Bildung der Beine u. s. w., wie Sie sehen, sehr stark von einander ab. Wenn Sie dagegen die aus dem Ei geschlüpften frühesten Jugendformen oder „Nauplius“ dieser sechs verschiedenen Krebse betrachten, die auf Taf. X mit entsprechenden Buchstaben bezeichnet sind (Fig. An—Fn), so werden Sie durch die große Uebereinstimmung dieser letzteren überrascht sein. Die verschiedenen Nauplius-Formen jener sechs Ordnungen unterscheiden sich nicht stärker, wie etwa sechs verschiedene „gute Species“ einer Gattung. Wir können daher mit Sicherheit auf eine gemeinsame Abstammung aller jener Ordnungen von einem gemeinsamen Urkrebs schließen, der dem heutigen Nauplius im Wesentlichen gleich gebildet war.

Wie man sich ungefähr die Abstammung der auf S. 488 aufgezählten 20 Crustaceen-Ordnungen von der gemeinsamen Stammform des Nauplius gegenwärtig vorstellen kann, zeigt Ihnen der gegenüberstehende Stammbaum (S. 489). Aus der ursprünglich als selbstständige Gattung existirenden Nauplius-Form haben sich als divergente Zweige nach verschiedenen Richtungen hin die fünf Regionen der niederen Krebse entwickelt, welche in der nachstehenden systematischen Uebersicht der Klasse als Gliederkrebse (*Entomostraca*) zusam-

Systematische Uebersicht
der 7 Regionen und 20 Ordnungen der Krebse oder Crustaceen.

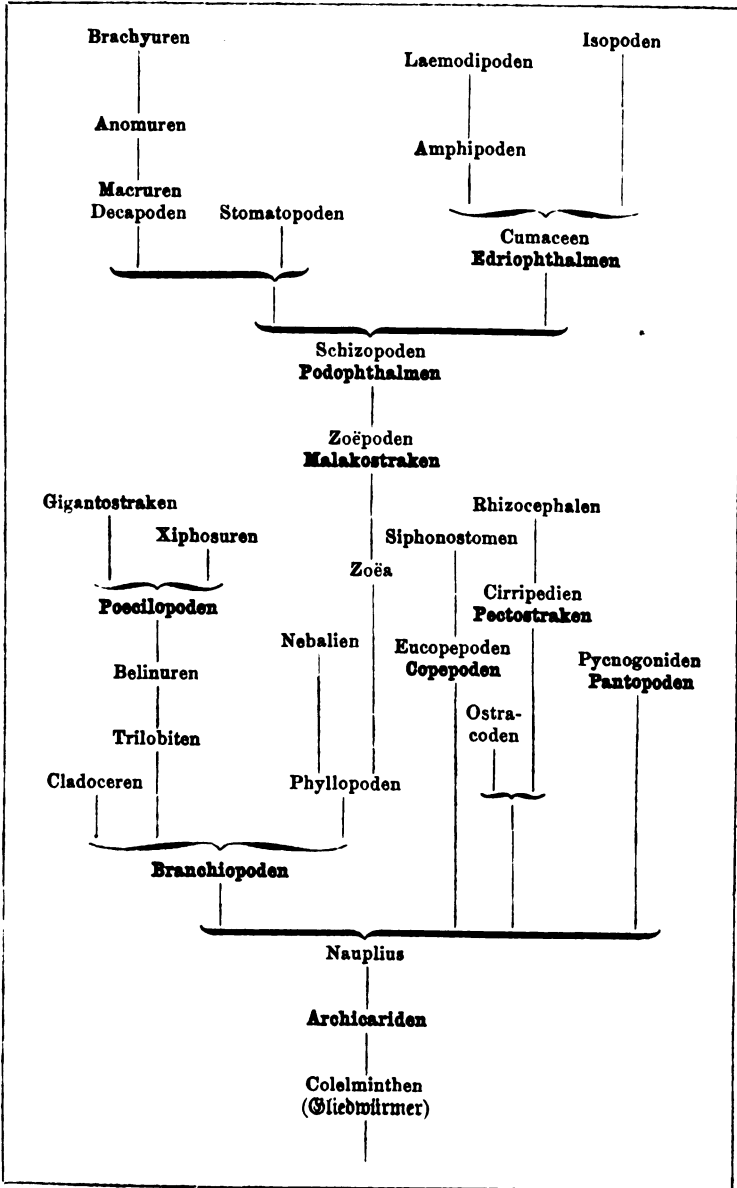
Regionen der Crustaceen	Ordnungen der Crustaceen	Systematischer Name der Ordnungen	Ein Gattungsname als Beispiel
-------------------------------	--------------------------------	---	-------------------------------------

I. Entomostraca. Niedere Crustaceen
oder Gliedertrebse (ohne eigentliche Zoëa-Zugendform).

I. Branchiopoda Kiemenfüßige Krebse	{	1. Urkrebse 2. Blattfüßer 3. Paläaden 4. Wasserflöhe 5. Muschelkrebse	1. Archicarida 2. Phyllopoda 3. Trilobita 4. Cladocera 5. Ostracoda	Nauplius Limnetis Paradoxides Daphnia Cypris
II. Pectostraca Haftkrebse	{	6. Rankenkrebse 7. Wurzelkrebse	6. Cirripedia 7. Rhizocephala	Lepas Sacculina
III. Copepoda Ruderkfüßige Krebse	{	8. Ruderkrebse 9. Fischläuse	8. Eucopepoda 9. Siphonostoma	Cyclops Larnaeocera
IV. Pantopoda Spinnenkrebse	{	10. Spinnenkrebse	10. Pycnogonida	Nymphon
V. Poecilopoda Schildkrebse	{	11. Pfeilschwänzer 12. Riesenkrebse	11. Xiphosura 12. Gigantostroma	Limulus Eurypterus

II. Malacostraca. Höhere Crustaceen
oder Panzerkrebse (mit wahrer Zoëa-Zugendform).

VI. Podophthalma Stielgängige Panzerkrebse	{	13. Zoëa-Krebse 14. Spaltfüßer 15. Maulfüßer 16. Zehnfüßer	13. Zoëpoda 14. Schizopoda 15. Stomatopoda 16. Decapoda	Zoëa Mysis Squilla Peneus
VII. Edriophthalma Sitzgängige Panzerkrebse	{	17. Ruma-Krebse 18. Flohkrebse 19. Rehlfüßer 20. Affeln	17. Cumacea 18. Amphipoda 19. Laemodipoda 20. Isopoda	Cuma Gammarus Caprella Oniscus



mengefaßt sind. Aber auch die höhere Abtheilung der Panzerkrebse (Malacostraca) hat aus der gemeinsamen Naupliusform ihren Ursprung genommen. Noch heute bildet die Nebalia eine unmittelbare Uebergangsform von den Phyllopoden zu den Schizopoden, d. h. zu der Stammform der stieläugigen und sitzäugigen Panzerkrebse. Jedoch hat sich hier der Nauplius zunächst in eine andere Larvenform, die sogenannte Zoëa, umgewandelt, welche eine hohe Bedeutung besitzt. Diese seltsame Zoëa hat wahrscheinlich zunächst der Ordnung der Spaltfüßer oder Schizopoden (Mysis etc.) den Ursprung gegeben, welche noch heutigen Tages durch die Nebalien unmittelbar mit den Blattfüßern oder Phyllopoden zusammenhängen. Diese letzteren aber stehen von allen lebenden Krebsen der ursprünglichen Stammform des Nauplius am nächsten. Aus den Spaltfüßern haben sich als zwei divergente Zweige nach verschiedenen Richtungen hin die stieläugigen und die sitzäugigen Panzerkrebse oder Malakostriaken entwickelt, die ersteren durch die Garneelen (Peneus etc.), die letzteren durch die Cumaceen (Cuma etc.) noch heute mit den Schizopoden zusammenhängend. Zu den Stieläugigen gehört der Flußkrebß, der Hummer und die übrigen Langschwänze oder Makruren, aus denen sich erst später in der Kreidezeit durch Rückbildung des Schwanzes die kurzschwänzigen Krabben oder Brachyuren entwickelt haben. Die Sitzäugigen spalten sich in die beiden Zweige der Flohkrebse (Amphipoden) und der Affeln (Isopoden), zu welchen letzteren unsere gemeine Maueraffel und Kelleraffel gehört.

Die zweite Hauptklasse der Gliedertiere, die Tracheaten oder die luftathmenden Tracheenkerfe (die Spinnen, Tausendfüßer und Insecten) sind jedenfalls erst im Anfang der paläolithischen Zeit, nach Abschluß des archolithischen Zeitraums entstanden, weil alle diese Thiere (im Gegensatz zu den meist wasserbewohnenden Krebsen) ursprünglich Landbewohner sind. Offenbar können sich diese Luftathmer erst entwickelt haben, als nach Verfluß der silurischen Zeit das Landleben begann. Da nun aber fossile Reste von Spinnen und Insecten bereits in den Steinkohlschichten gefunden werden, so können wir

ziemlich genau den Zeitpunkt ihrer Entstehung feststellen. Es muß die Entwicklung der ersten Tracheenkerfe aus Kiemenathmenden Zoökrebsen oder aus Würmern zwischen das Ende der Silurzeit und den Beginn der Steinkohlenzeit fallen, also in die devonische Periode.

Die Entstehung der Tracheaten hat kürzlich Gegenbaur durch eine geistreiche Hypothese zu erklären versucht, in seinen ausgezeichneten „Grundzügen der vergleichenden Anatomie“²⁶). Das Tracheensystem oder Luftröhrensystem und die durch dasselbe bedingten Modificationen der Organisation zeichnen die Insecten, Tausendfüßer und Spinnen so sehr vor den übrigen Thieren aus, daß die Vorstellung von seiner ersten Entstehung der Phylogenie keine geringen Schwierigkeiten bereitet. Nach Gegenbaur's Ansicht stehen der gemeinsamen Stammform der Tracheaten unter allen jetzt lebenden Tracheenkerfen die Urflügler oder Archipteren am nächsten. Diese Insecten, zu denen namentlich die zarten Eintagsfliegen (Ephemeren) und die flinken Wasserjungfern (Libellen) gehören, besitzen in ihrer ersten Jugend als Larven zum Theil äußere Tracheenkiemen, welche in Gestalt von blattförmigen oder pinselförmigen Anhängen in zwei Reihen auf der Rückenseite des Leibes sitzen. Ähnliche blattförmige oder pinselförmige Organe treffen wir als echte Wasserathmungsorgane oder Kiemen bei vielen Krebsen und Ringelwürmern (Anneliden) an, und zwar bei den letzteren als wirkliche Rückengliedmaßen. Wahrscheinlich sind die „Tracheenkiemen“, welche wir bei den Larven von vielen Urflüglern antreffen, als solche „Rücken-Extremitäten“ zu deuten und aus den entsprechenden Anhängen von Anneliden oder vielleicht auch von längst ausgestorbenen Crustaceen wirklich entstanden. Aus der Athmung durch „Tracheenkiemen“ hat sich erst später die gewöhnliche Tracheen-Athmung der Tracheaten hervorgebildet. Die Tracheenkiemen selbst aber sind theilweise verloren gegangen, theilweise zu den Flügeln der Insecten umgebildet worden. Gänzlich verloren gegangen sind sie in den beiden Klassen der Spinnen und Tausendfüßer. Diese sind demgemäß als rückgebildete oder eigenthümlich entwickelte Seitenzweige der Insectenklasse aufzufassen, welche sich schon frühzeitig von

der gemeinsamen Insecten - Stammform abgezweigt haben, und zwar die Spinnen früher als die Tausendfüßer. Ob jene gemeinsame Stammform aller Tracheaten, die ich in der generellen Morphologie als *Prottracheata* bezeichnet habe, sich direct aus echten Ringelwürmern oder zunächst aus Zoëa-förmigen Krustaceen („Zoöpoden“, S. 489) entwickelt hat, das wird sich späterhin wahrscheinlich noch durch genauere Erkenntniß und Vergleichung der Ontogenie der Tracheaten, Krustaceen und Anneliden feststellen lassen. Auf jeden Fall ist die Wurzel der Tracheaten ebenso wie der Krustaceen in der Gruppe der Gliederwürmer oder Coelminthen zu suchen.

Die echten Spinnen (*Arachnida*) sind durch den Mangel der Flügel und durch vier Beinpaare von den Insecten unterschieden. Wie jedoch die Skorpionspinnen und die Taranteln deutlich zeigen, sind eigentlich auch bei ihnen, wie bei den Insecten, nur drei echte Beinpaare vorhanden. Das scheinbare vierte Beinpaar der Spinnen (das vorderste) ist eigentlich ein Kieferpaar. Unter den heute noch lebenden Spinnen giebt es eine kleine Gruppe, welche wahrscheinlich der gemeinsamen Stammform der ganzen Klasse sehr nahe steht. Das ist die Ordnung der Skorpionspinnen oder Solifugen (*Solpuga*, *Galeodes*), von der mehrere große, wegen ihres giftigen Bisses sehr gefürchtete Arten in Afrika und Asien leben. Der Körper besteht hier, wie wir es bei dem gemeinsamen Stammvater der Tracheaten voraussetzen müssen, aus drei getrennten Abschnitten, einem Kopfe, welcher mehrere beinartige Kieferpaare trägt, einer Brust, an deren drei Ringen drei Beinpaare befestigt sind, und einem vielgliederigen Hinterleibe. In der Gliederung des Leibes stehen demnach die Solifugen eigentlich den Insecten näher, als den übrigen Spinnen. Aus den devonischen Urspinnen, welche den heutigen Solifugen nahe verwandt waren, haben sich wahrscheinlich als drei divergente Zweige die Streckspinnen, Schneiderspinnen und Rundspinnen entwickelt (S. 495).

Die Streckspinnen (*Arthrogastres*) erscheinen als die älteren und ursprünglicheren Formen, bei denen sich die frühere Leibesgliederung besser erhalten hat, als bei den Rundspinnen. Die wichtigsten

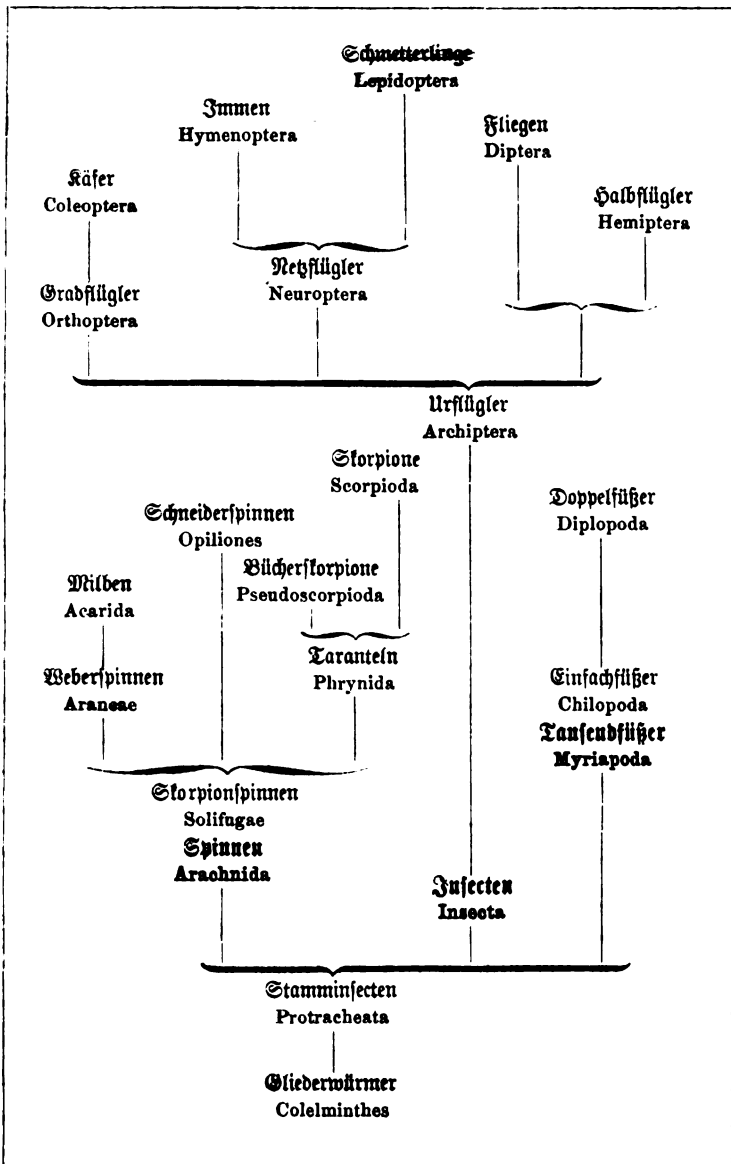
Formen dieser Unterklasse sind die Skorpione, welche durch die Taranteln (oder Phryniden) mit den Solifugen verbunden werden. Als ein rückgebildeter Seitenzweig erscheinen die kleinen Bücherkorpione, welche unsere Bibliotheken und Herbarien bewohnen. In der Mitte zwischen den Skorpionen und den Rundspinnen stehen die langbeinigen Schneiderspinnen (Opiliones), welche vielleicht aus einem besonderen Zweige der Solifugen entstanden sind. Die Pycnogoniden oder Spinnenkrebse und die Arktisten oder Bärwürmer, welche man gewöhnlich noch jetzt unter den Streckspinnen aufführt, sind von den Spinnen ganz auszuschließen. Die ersteren sind unter die Krustaceen, die letzteren unter die Gliedertwürmer zu stellen.

Versteinerte Reste von Streckspinnen finden sich bereits in der Steinkohle. Dagegen kommt die zweite Unterklasse der Arachniden, die Rundspinnen (Sphaerogastres) versteinert zuerst im Jura, also sehr viel später vor. Sie haben sich aus einem Zweige der Solifugen dadurch entwickelt, daß die Leibringe mehr oder weniger mit einander verschmolzen. Bei den eigentlichen Weberspinnen (Araneae), welche wir wegen ihrer feinen Webekünste bewundern, geht die Verschmelzung der Rumpfglieder oder Metameren so weit, daß der Rumpf nur noch aus zwei Stücken besteht, einer Kopfbrust, welche die Riefer und die vier Beinpaare trägt, und einem anhangslosen Hinterleib, an welchem die Spinnwarzen sitzen. Bei den Milben (Acarida), welche wahrscheinlich aus einem verkümmerten Seitenzweige der Weberspinnen durch Entartung (insbesondere durch Scharakterleben) entstanden sind, verschmelzen sogar noch diese beiden Rumpfstücke mit einander zu einer ungliederten Masse.

Die Klasse der Tausendfüßer (Myriapoda), die kleinste und formenärmste unter den vier Arthropodenklassen, zeichnet sich durch den sehr verlängerten Leib aus, welcher einem gegliederten Ringelwurm sehr ähnlich ist und oft mehr als hundert Beinpaare trägt. Aber auch sie hat sich ursprünglich aus einer sechsbeinigen Tracheatenform entwickelt, wie die individuelle Entwicklung der Tausendfüßer im Eie deutlich beweist. Ihre Embryonen haben zuerst nur drei

Systematische Uebersicht
der 3 Klassen und 17 Ordnungen der Tracheaten.

Klassen der Tracheaten	Unterklaffen der Tracheaten	Ordnungen der Tracheaten	Zwei Gattungs- namen als Beispiele	
I. Spinnen Arachnida	I. Streckspinnen <i>Arthrogastrae</i>	1. Storpionspinnen Solifugae	{ Solpuga Galeodes	
		2. Taranteln Phrynida	{ Phrynus Thelyphonus	
		3. Storpione Scorpioda	{ Scorpio Buthus	
		4. Bilscherstorpione Pseudoscorpioda	{ Obisium Chelifer	
		5. Schneiderspinnen Opilionida	{ Phalangium Opilio	
	II. Rundspinnen <i>Sphaerogastres</i>	6. Weberspinnen Araneae	{ Epeira Mygale	
		7. Milben Acarida	{ Sarcoptes Demodex	
		III. Einfachfüßer <i>Chilopoda</i>	8. Einfachfüßer Chilopoda	{ Scolopendra Geophilus
			IV. Doppelfüßer <i>Diplopoda</i>	9. Doppelfüßer Diplopoda
		III. Insecten Insecta oder Hexapoda		V. Kauende In- secten <i>Masticantia</i>
11. Netzflügler Neuroptera	{ Hemerobius Phryganea			
12. Grabflügler Orthoptera	{ Locusta Forficula			
13. Käfer Coleoptera	{ Cicindela Melolontha			
14. Hautflügler. Hymenoptera	{ Apis Formica			
VI. Saugende In- secten <i>Sugentia</i>	15. Halbfügler Hemiptera		{ Aphis Cimex	
	16. Fliegen Diptera		{ Culex Musca	
	17. Schmetterlinge Lepidoptera	{ Bombyx Papilio		



Beinpaare, gleich den echten Insecten, und erst später knospen Stüd für Stüd die folgenden Beinpaare aus den wuchernden Hinterleibringen hervor. Von den beiden Ordnungen der Tausendfüßer (welche bei uns unter Baumrinden, im Moose u. s. w. leben), haben sich wahrscheinlich die runden Doppelfüßer (Diplopoda) erst später aus den älteren platten Einfachfüßern (Chilopoda) entwickelt, indem je zwei Ringe des Leibes paarweise mit einander verschmolzen. Von den Chilopoden finden sich fossile Reste zuerst im Jura vor.

Die dritte und letzte Klasse unter den tracheenathmenden Arthropoden ist die der Insecten (Insecta oder Hexapoda), die umfangreichste von allen Thierklassen, und nächst derjenigen der Säugethiere auch die wichtigste von allen. Trotzdem die Insecten eine größere Mannichfaltigkeit von Gattungen und Arten entwickeln, als die übrigen Thiere zusammengenommen, sind das alles doch im Grunde nur oberflächliche Variationen eines einzigen Themas, welches in seinen wesentlichen Charakteren sich ganz beständig erhält. Bei allen Insecten sind die drei Abschnitte des Rumpfes, Kopf, Brust und Hinterleib deutlich getrennt. Der Hinterleib oder das Abdomen trägt, wie bei den Spinnen, gar keine gegliederten Anhänge. Der mittlere Abschnitt, die Brust oder der Thorax, trägt auf der Bauchseite die drei Beinpaare, auf der Rückenseite ursprünglich zwei Flügelpaare. Freilich sind bei sehr vielen Insecten eines oder beide Flügelpaare verkümmert, oder selbst ganz verschwunden. Allein die vergleichende Anatomie der Insecten zeigt uns deutlich, daß dieser Mangel erst nachträglich durch Verkümmern der Flügel entstanden ist, und daß alle jetzt lebenden Insecten von einem gemeinsamen Stamm-insect abstammen, welches drei Beinpaare und zwei Flügelpaare besaß (vergl. S. 256). Diese Flügel, welche die Insecten so auffallend vor den übrigen Gliedfüßern auszeichnen, entstanden, wie schon vorher gezeigt wurde, wahrscheinlich aus den Tracheenkiemen, welche wir noch heute an den im Wasser lebenden Larven der Eintagsfliegen (Ephemera) beobachten.

Der Kopf der Insecten trägt allgemein außer den Augen ein

Paar gegliederte Fühlhörner oder Antennen, und außerdem auf jeder Seite des Mundes drei Kiefer. Diese drei Kieferpaare, obgleich bei allen Insecten aus derselben ursprünglichen Grundlage entstanden, haben sich durch verschiedenartige Anpassung bei den verschiedenen Ordnungen zu höchst mannichfaltigen und merkwürdigen Formen umgebildet, so daß man sie hauptsächlich zur Unterscheidung und Charakteristik der Hauptabtheilungen der Klasse verwendet. Zunächst kann man als zwei Hauptabtheilungen Insecten mit kauenden Mundtheilen (*Masticantia*) und Insecten mit saugenden Mundwerkzeugen (*Sugentia*) unterscheiden. Bei genauerer Betrachtung kann man noch schärfer jede dieser beiden Abtheilungen in zwei Untergruppen vertheilen. Unter den Kauinsecten oder *Masticantien* können wir die beißenden und die leckenden unterscheiden. Zu den Beißenden (*Mordentia*) gehören die ältesten und ursprünglichsten Insecten, die vier Ordnungen der Urflügler, Netzflügler, Grabflügler und Käfer. Die Leckenden (*Lambentia*) werden bloß durch die eine Ordnung der Hautflügler gebildet. Unter den Sauginsecten oder *Sugentien* können wir die beiden Gruppen der stechenden und schlürfenden unterscheiden. Zu den Stechenden (*Pungentia*) gehören die beiden Ordnungen der Halbflügler und Fliegen, zu den Schlürfenden (*Sorbentia*) bloß die Schmetterlinge.

Den ältesten Insecten, welche die Stammformen der ganzen Klasse (und somit wahrscheinlich auch aller Tracheaten) enthalten, stehen von den heute noch lebenden Insecten am nächsten die beißenden, und zwar die Ordnung der Urflügler (*Archiptera* oder *Pseudoneuroptera*). Dahin gehören vor allen die Eintagsfliegen (*Ephemera*), deren im Wasser lebende Larven uns wahrscheinlich noch heute in ihren Tracheenkiemen die Organe zeigen, aus denen die Insectenflügel ursprünglich entstanden. Ferner gehören in diese Ordnung die bekannten Wasserjungfern oder Libellen, die flügellosen Zuckergäste (*Lepisma*), die springenden Blasenfüßer (*Physopoda*), und die gefürchteten Termiten, von denen sich versteinerte Nester schon in der Steinkohle finden. Unmittelbar hat sich wahrscheinlich aus

den Urflüglern die Ordnung der Netzflügler (Neuroptera) entwickelt, welche sich von ihnen wesentlich nur durch die vollkommene Verwandlung unterscheiden. Es gehören dahin die Florfliegen (Planipennia), die Schmetterlingsfliegen (Phryganida) und die Fächerfliegen (Strepsiptera). Fossile Insecten, welche den Uebergang von den Urflüglern (Libellen) zu den Netzflüglern (Sialiden) machen, kommen schon in der Steinkohle vor (Dictyophlebia).

Aus einem anderen Zweige der Urflügler hat sich durch Differenzirung der beiden Flügelpaare schon frühzeitig die Ordnung der Gradflügler (Orthoptera) entwickelt. Diese Abtheilung besteht aus der formenreichen Gruppe der Schaben, Heuschrecken, Gryllen u. s. w. (Ulonata), und aus der kleinen Gruppe der bekannten Ohrwürmer (Labidura), welche durch die Kneifzange am hinteren Körperende ausgezeichnet sind. Sowohl von Schaben als von Gryllen und Heuschrecken kennt man Versteinerungen aus der Steinkohle.

Auch die vierte Ordnung der beißenden Insecten, die Käfer (Coleoptera) kommen bereits in der Steinkohle versteinert vor. Diese außerordentlich umfangreiche Ordnung, der bevorzugte Liebling der Insectenliebhaber und Sammler, zeigt am deutlichsten von allen, welche unendliche Formenmannichfaltigkeit sich durch Anpassung an verschiedene Lebensverhältnisse äußerlich entwickeln kann, ohne daß deshalb der innere Bau und die Grundform des Körpers irgendwie wesentlich umgebildet wird. Wahrscheinlich haben sich die Käfer aus einem Zweige der Gradflügler entwickelt, von denen sie sich wesentlich nur durch ihre vollkommene Verwandlung unterscheiden.

An diese vier Ordnungen der beißenden Insecten schließt sich nun zunächst die eine Ordnung der leckenden Insecten an, die interessante Gruppe der Immen oder Hautflügler (Hymenoptera). Dahin gehören diejenigen Insecten, welche sich durch ihre entwickelten Kulturzustände, durch ihre weitgehende Arbeitstheilung, Gemeindebildung und Staatenbildung zu bewunderungswürdiger Höhe der Geistesbildung, der intellectuellen Vervollkommnung und der Charakterstärke erhoben haben und dadurch nicht allein die meisten Wirbel-

losen, sondern überhaupt die meisten Thiere übertreffen. Es sind das vor allen die Ameisen und die Bienen, sodann die Wespen, Blattwespen, Holzwespen, Schlupfwespen, Gallwespen u. s. w. Sie kommen zuerst versteinert im Jura vor, in größerer Menge jedoch erst in den Tertiärschichten. Wahrscheinlich haben sich die Hautflügler aus einem Zweige entweder der Urflügler oder der Netzflügler entwickelt.

Von den beiden Ordnungen der stechenden Insecten, den Hemipteren und Dipteren, ist die ältere diejenige der Halbflügler (Hemiptera), auch Schnabelkerfe (Rhynchota) genannt. Dahin gehören die drei Unterordnungen der Blattläuse (Homoptera), der Wanzen (Heteroptera), und der Läuse (Pediculina). Von ersteren beiden finden sich fossile Reste schon im Jura. Aber schon im permischen System kommt ein altes Insect vor (Eugereon), welches auf die Abstammung der Hemipteren von den Neuropteren hinzudeuten scheint. Wahrscheinlich sind von den drei Unterordnungen der Hemipteren die ältesten die Homopteren, zu denen außer den eigentlichen Blattläusen auch noch die Schildläuse, die Blattflöhe und die Zirpen oder Cicaden gehören. Aus zwei verschiedenen Zweigen der Homopteren werden sich die Läuse durch weitgehende Entartung (vorzüglich Verlust der Flügel), die Wanzen dagegen durch Vervollkommnung (Sonderung der beiden Flügelpaare) entwickelt haben.

Die zweite Ordnung der stechenden Insecten, die Fliegen oder Zweiflügler (Diptera) findet sich zwar auch schon im Jura versteinert neben den Halbflüglern vor. Allein dieselben haben sich doch wahrscheinlich erst nachträglich aus den Hemipteren durch Rückbildung der Hinterflügel entwickelt. Nur die Vorderflügel sind bei den Dipteren vollständig geblieben. Die Hauptmasse dieser Ordnung bilden die langgestreckten Mücken (Nemocera) und die gedrungenen eigentlichen Fliegen (Brachycera), von denen die ersteren wohl älter sind. Doch finden sich von Beiden schon Reste im Jura vor. Durch Degeneration in Folge von Parasitismus haben sich aus ihnen wahrscheinlich die beiden kleinen Gruppen der puppengebärenden Laußfliegen (Pupipara) und der springenden Flöhe (Aphaniptera) entwickelt.

Die achte und letzte Insectenordnung, und zugleich die einzige mit wirklich schlürfenden Mundtheilen sind die Schmetterlinge (Lepidoptera). Diese Ordnung erscheint in mehreren morphologischen Beziehungen als die vollkommenste Abtheilung der Insecten und hat sich demgemäß auch am spätesten erst entwickelt. Man kennt nämlich von dieser Ordnung Versteinerungen nur aus der Tertiärzeit, während die drei vorhergehenden Ordnungen bis zum Jura, die vier beißenden Ordnungen dagegen sogar bis zur Steinkohle hinaufreichen. Die nahe Verwandtschaft einiger Motten (*Tinea*) und Eulen (*Noctua*) mit einigen Schmetterlingsfliegen (*Phryganida*) macht es wahrscheinlich, daß sich die Schmetterlinge aus dieser Gruppe, also aus der Ordnung der Netzflügler oder Neuropteren entwickelt haben.

Wie Sie sehen, bestätigt Ihnen die ganze Geschichte der Insectenklasse und weiterhin auch die Geschichte des ganzen Arthropodenstammes wesentlich die großen Gesetze der Differenzirung und vervollkommnung, welche wir nach Darwin's Selectionstheorie als die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung anerkennen müssen. Der ganze formenreiche Stamm beginnt in archolithischer Zeit mit der kiemenathmenden Klasse der Krebse, und zwar mit den niedersten Urkrebseu oder Archicariden. Die Gestalt dieser Urkrebse, die sich jedenfalls aus Gliedwürmern entwickelten, ist uns noch heute in der gemeinsamen Jugendform der verschiedenen Krebse, in dem merkwürdigen Nauplius, annähernd erhalten. Aus dem Nauplius entwickelte sich weiterhin die seltsame Zoöa, die gemeinsame Jugendform aller höheren oder Panzerkrebse (*Malacostraca*) und zugleich vielleicht desjenigen, zuerst durch Tracheen luftathmenden Arthropoden, welcher der gemeinsame Stammvater aller Tracheaten wurde. Dieser devonische Stammvater, der zwischen dem Ende der Silurzeit und dem Beginn der Steinkohlenzeit entstanden sein muß, stand wahrscheinlich von allen jetzt noch lebenden Insecten den Urflüglern oder Archipteren am nächsten. Aus ihm entwickelte sich als Hauptstamm der Tracheaten die Insectenklasse, von deren tieferen Stufen sich frühzeitig als zwei divergente Zweige die Spinnen und

Tausendfüßer ablösten. Von den Insecten existirten lange Zeit hindurch nur die vier beißenden Ordnungen, Urflügler, Netzflügler, Grabflügler und Käfer, von denen die erste wahrscheinlich die gemeinsame Stammform der drei anderen ist. Erst viel später entwickelten sich aus den beißenden Insecten, welche die ursprüngliche Form der drei Kieferpaare am reinsten bewahrten, als drei divergente Zweige die leckenden, stechenden und schlürfenden Insecten. Wie diese Ordnungen in der Erdgeschichte auf einander folgen, zeigt Ihnen nochmals übersichtlich die nachstehende Tabelle.

A. Insecten mit laudenden Mundtheilen <i>Masticantia</i>	I. Beißende Insecten <i>Mordentia</i>	1. Urflügler	M. I.	Zuerst versteinert in der Steinohle	
		Archiptera	A. A.		
		2. Netzflügler	M. C.		
		Neuroptera	A. A.		
	II. Leckende Insecten <i>Lambentia</i>	3. Grabflügler	M. I.		
		Orthoptera	A. D.		
		4. Käfer	M. C.		
		Coleoptera	A. D.		
B. Insecten mit saugenden Mundtheilen <i>Sugentia</i>	III. Stechende Insecten <i>Pungentia</i>	5. Hautflügler	M. C.	Zuerst versteinert im Jura	
		Hymenoptera	A. A.		
	IV. Schlür- fende Insecten <i>Sorbentia</i>	6. Halbflügler	M. I.		
		Hemiptera	A. A.		
		7. Fliegen	M. C.		
		Diptera	A. D.		
		8. Schmetterlinge	M. C.		Zuerst versteinert im Tertiär
		Lepidoptera	A. A.		

Anmerkung: Bei den acht einzelnen Ordnungen der Insecten ist zugleich der Unterschied in der Metamorphose oder Verwandlung und in der Flügelbildung durch folgende Buchstaben angegeben: M. I. = Unvollständige Metamorphose. M. C. = Vollständige Metamorphose (Vergl. Gen. Morph. II, S. XCIX). A. A. = Gleichartige Flügel (Vorder- und Hinterflügel im Bau und Gewebe nicht oder nur wenig verschieden). A. D. = Ungleichartige Flügel (Vorder- und Hinterflügel durch starke Differenzirung im Bau und Gewebe sehr verschieden).

Zwanzigster Vortrag.

Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.

III. Wirbelthiere.

Die Schöpfungsurkunden der Wirbelthiere. (Vergleichende Anatomie, Embryologie und Paläontologie.) Das natürliche System der Wirbelthiere. Die vier Klassen der Wirbelthiere von Linné und Lamarck. Vermehrung derselben auf neun Klassen. Hauptklasse der Rohrherzen oder Schädellosen (Lanzettthiere). Blutsverwandtschaft der Schädellosen mit den Mantelthieren. Uebereinstimmung der embryonalen Entwicklung von Amphioxus und von den Ascidien. Ursprung des Wirbelthierstammes aus der Wülmergruppe. Hauptklasse der Unpaarnasen oder Rundmäuler (Zuger und Lampreten). Hauptklasse der Anamnioten oder Amnionlosen. Fische (Ur-fische, Schmelzfische, Knochenfische). Lurche oder Dipneusten. Seedracen oder Halisaurier. Lurche oder Amphibien (Panzerlurche, Nachtlurche). Hauptklasse der Amnionthiere oder Amnioten. Reptilien (Stammreptilien, Eidechsen, Schlangen, Crocodile, Schildkröten, Flugreptilien, Drachen, Schnabelreptilien). Vögel (Fiederschwänzige, Fächerschwänzige, Büschelschwänzige).

Meine Herren! Unter den natürlichen Hauptgruppen der Organismen, welche wir wegen der Blutsverwandtschaft aller darin vereinigten Arten als Stämme oder Phylen bezeichnen, ist keine einzige von so hervorragender und überwiegender Bedeutung, als der Stamm der Wirbelthiere. Denn nach dem übereinstimmenden Urtheil aller Zoologen ist auch der Mensch ein Glied dieses Stammes, und kann seiner ganzen Organisation und Entwicklung nach unmöglich von den übrigen Wirbelthieren getrennt werden. Wie wir aber aus der individuellen Entwicklungsgeschichte des Menschen schon

früher die unbestreitbare Thatsache erkannt haben, daß derselbe in seiner Entwicklung aus dem Ei anfänglich nicht von den übrigen Wirbelthieren, und namentlich den Säugethieren verschieden ist, so müssen wir nothwendig mit Beziehung auf seine paläontologische Entwicklungsgeschichte schließen, daß das Menschengeschlecht sich historisch wirklich aus niederen Wirbelthieren entwickelt hat, und daß dasselbe zunächst von den Säugethieren abstammt. Dieser Umstand einerseits, anderseits aber das vielseitige höhere Interesse, das auch in anderer Beziehung die Wirbelthiere vor den übrigen Organismen in Anspruch nehmen, wird es rechtfertigen, daß wir den Stammbaum der Wirbelthiere und dessen Ausdruck, das natürliche System, hier besonders genau untersuchen.

Glücklicherweise sind die Schöpfungsurkunden, welche uns bei der Aufstellung der Stammbäume immer leiten müssen, grade für diesen wichtigen Thierstamm, aus dem unser eigenes Geschlecht entsprossen ist, besonders vollständig. Durch Cuvier ist schon im Anfange unseres Jahrhunderts die vergleichende Anatomie und Paläontologie, durch Vär die Ontogenie der Wirbelthiere zu einer sehr hohen Ausbildung gelangt. Späterhin haben vorzüglich die vergleichend-anatomischen Untersuchungen von Johannes Müller und Rathke, und in neuester Zeit diejenigen von Gegenbaur und Huxley unsere Erkenntniß von den natürlichen Verwandtschaftsverhältnissen der verschiedenen Wirbelthiergruppen bedeutend gefördert. Insbesondere haben die klassischen Arbeiten von Gegenbaur, welche überall von dem Grundgedanken der Descendenztheorie durchdrungen sind, den Beweis geführt, daß das vergleichend-anatomische Material, wie bei allen übrigen Thieren, so ganz besonders im Wirbelthierstamm, erst durch die Anwendung der Abstammungslehre seine wahre Bedeutung und Geltung erhält. Auch hier, wie überall, sind die Analogien auf die Anpassung, die Homologien auf die Vererbung zurückzuführen. Wenn wir sehen, daß die Gliedmaßen der verschiedensten Wirbelthiere trotz ihrer außerordentlich verschiedenen äußeren Form dennoch wesentlich denselben inneren

Bau besitzen, wenn wir sehen, daß dem Arme des Menschen und des Affen, dem Flügel der Fledermaus und des Vogels, der Brustflosse der Walfische und der Seedrachten, den Vorderbeinen der Hufthiere und der Frösche immer dieselben Knochen in derselben charakteristischen Lagerung, Gliederung und Verbindung zu Grunde liegen, so können wir diese wunderbare Uebereinstimmung und Homologie nur durch die gemeinsame Vererbung von einer einzigen Stammform erklären. Die auffallenden Unterschiede dieser homologen Körpertheile dagegen rühren von der Anpassung an verschiedene Existenzbedingungen her (Vergl. Taf. IV, S. 363).

Ebenso wie die vergleichende Anatomie ist auch die Ontogenie oder die individuelle Entwicklungsgeschichte für den Stammbaum der Wirbelthiere von ganz besonderer Wichtigkeit. Die ersten aus dem Ei entstehenden Entwicklungszustände sind bei allen Wirbelthieren im Wesentlichen ganz gleich, und behalten um so länger ihre Uebereinstimmung, je näher sich die betreffenden ausgebildeten Wirbelthierformen im natürlichen System, d. h. im Stammbaum stehen. Wie weit diese Uebereinstimmung der Keimformen oder Embryonen selbst bei den höchst entwickelten Wirbelthieren noch jetzt geht, das habe ich Ihnen schon früher gelegentlich erläutert (vergl. S. 264—276). Die völlige Uebereinstimmung in Form und Bau, welche z. B. zwischen den Embryonen des Menschen und des Hundes, des Vogels und der Schildkröte selbst noch in den auf Taf. II und III dargestellten Entwicklungszuständen besteht, ist eine Thatsache von unermeßlicher Bedeutung und liefert uns die wichtigsten Anhaltspunkte zur Construction ihres Stammbaums.

Endlich sind auch die paläontologischen Schöpfungsurkunden grade bei den Wirbelthieren von ganz besonderem Werthe. Denn die versteinerten Wirbelthierreste gehören größtentheils dem knöchernen Skelete dieser Thiere an, einem Organsysteme, welches für das Verständniß ihres Organismus von der größten Bedeutung ist. Allerdings ist auch hier, wie überall, die Versteinerungsurkunde äußerst unvollständig und lückenhaft. Allein immerhin sind uns von den

ausgestorbenen Wirbelthieren wichtigere Reste im versteinerten Zustande erhalten, als von den meisten anderen Thiergruppen, und einzelne Trümmer geben oft die bedeutendsten Fingerzeige über das Verwandtschaftsverhältniß und die historische Aufeinanderfolge der Gruppen.

Die Bezeichnung Wirbelthiere (*Vertebrata*) rührt, wie ich schon früher erwähnte, von dem großen Lamarck her, welcher zuerst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts unter diesem Namen die vier oberen Thierklassen Linné's zusammenfaßte: die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische. Die beiden niederen Klassen Linné's, die Insecten und Würmer, stellte Lamarck den Wirbelthieren gegenüber als Wirbellose (*Invertebrata*, später auch *Evertebrata* genannt).

Die Eintheilung der Wirbelthiere in die vier genannten Klassen wurde auch von Cuvier und seinen Nachfolgern, und in Folge dessen von vielen Zoologen noch bis auf die Gegenwart festgehalten. Aber schon 1822 erkannte der ausgezeichnete Anatom Blainville aus der vergleichenden Anatomie, und fast gleichzeitig unser großer Embryologe Bär aus der Ontogenie der Wirbelthiere, daß Linné's Klasse der Amphibien eine unnatürliche Vereinigung von zwei ganz verschiedenen Klassen sei. Diese beiden Klassen hatte schon 1820 Merrem als zwei Hauptgruppen der Amphibien unter dem Namen der *Pholidoten* und *Batrachier* getrennt. Die *Batrachier*, welche heutzutage gewöhnlich als Amphibien (im engeren Sinne!) bezeichnet werden, umfassen die Frösche, Salamander, Kiemenmolche, Cäcilien und die ausgestorbenen Labyrinthodonten. Sie schließen sich in ihrer ganzen Organisation eng an die Fische an. Die *Pholidoten* oder Reptilien dagegen sind viel näher den Vögeln verwandt. Es gehören dahin die Eidechsen, Schlangen, Krokodile und Schildkröten und die vielgestaltige Formengruppe der mesolithischen Drachen, der fliegenden Reptilien u. s. w.

Im Anschluß an diese naturgemäße Scheidung der Amphibien in zwei Klassen theilte man nun den ganzen Stamm der Wirbelthiere

in zwei Hauptgruppen. Die erste Hauptgruppe, die Fische und Amphibien, athmen entweder zeitlebens oder doch in der Jugend durch Kiemen, und werden daher als Kiemenwirbelthiere bezeichnet (Branchiata oder Anallontoidia). Die zweite Hauptgruppe dagegen, Reptilien, Vögel und Säugethiere, athmen zu keiner Zeit ihres Lebens durch Kiemen, sondern ausschließlich durch Lungen, und heißen deshalb auch passend kiemenlose oder Lungenwirbelthiere (Ebranchiata oder Allantoidia). So richtig diese Unterscheidung auch ist, so können wir doch bei derselben nicht stehen bleiben, wenn wir zu einem wahren natürlichen System des Wirbelthierstammes, und zu einem naturgemäßen Verständniß seines Stammbaums gelangen wollen. Vielmehr müssen wir dann, wie ich in meiner generellen Morphologie gezeigt habe, noch drei weitere Wirbelthierklassen unterscheiden, indem wir die bisherige Fischklasse in vier verschiedene Klassen auflösen (Gen. Morph. Bd. II., Taf. VII, S. CXVI—CLX).

Die erste und niederste von diesen Klassen wird durch die Schädellofen (Acrania) oder Rohrherzen (Leptocardia) gebildet, von denen heutzutage nur noch ein einziger Repräsentant lebt, das merkwürdige Lanzettthierchen (*Amphioxus lanceolatus*). Als zweite Klasse schließen sich an diese zunächst die Unpaarnasen (Monorrhina) oder Rundmäuler (*Cyclostoma*) an, zu denen die Inger (Myginoïden) und die Lampreten (Petromyzonten) gehören. Die dritte Klasse erst würden die echten Fische (Pisces) bilden und an diese würden sich als vierte Klasse die Lurdfische (*Dipneusta*) anschließen: Uebergangsformen von den Fischen zu den Amphibien. Durch diese Unterscheidung, welche, wie Sie gleich sehen werden, für die Genealogie der Wirbelthiere sehr wichtig ist, wird die ursprüngliche Vierzahl der Wirbelthierklassen auf das Doppelte gesteigert.

In neuester Zeit endlich ist noch eine neunte Wirbelthierklasse zu diesen acht Klassen hinzugekommen. Durch die kürzlich veröffentlichten vergleichend-anatomischen Untersuchungen von Gegenbaur nämlich hat sich herausgestellt, daß die merkwürdige Abtheilung der Seedrahen (*Halisauria*), welche man bisher unter den Reptilien

aufführte, weit von diesen verschieden und als eine besondere Klasse anzusehen ist, welche sich noch vor den Amphibien von dem Wirbelthierstamme abgezweigt hat. Es gehören dahin die berühmten großen Ichthyosauren und Plesiosauren der Jura- und Kreidezeit, und die älteren Simosauren der Triaszeit, welche sich alle näher an die Fische als an die Amphibien anschließen.

Diese neun Klassen der Wirbelthiere sind aber keineswegs von gleichem genealogischen Werthe. Vielmehr müssen wir dieselben in der Weise, wie es Ihnen bereits die systematische Uebersicht auf S. 418 zeigte, auf vier verschiedene Hauptklassen vertheilen. Zunächst können wir die drei höchsten Klassen, die Säugethiere, Vögel und Schleicher als eine natürliche Hauptklasse unter dem Namen der Amnionthiere (Amniota) zusammenfassen. Diesen stellen sich naturgemäß als eine zweite Hauptklasse die Amnionlosen (Anamnia) gegenüber, nämlich die vier Klassen der Lurche, Seedrachten, Lurche und Fische. Die genannten sieben Klassen, sowohl die Amnionlosen als die Amnionthiere, stimmen unter sich in zahlreichen Merkmalen überein, durch welche sie sich von den beiden niedersten Klassen (den Unpaarnasen und Rohrherzen) unterscheiden. Wir können sie daher in der natürlichen Hauptgruppe der Paarnasen (Amphirrhina) vereinigen. Endlich sind diese Paarnasen wiederum viel näher den Hundmäulern oder Unpaarnasen, als den Schädellosen oder Rohrherzen verwandt. Wir können daher mit vollem Rechte die Paarnasen mit den Unpaarnasen in einer obersten Hauptgruppe zusammenstellen und diese als Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachycardia) der einzigen Klasse der Schädellosen oder Rohrherzen gegenüberstellen. Durch diese, von mir vorgeschlagene Classification der Wirbelthiere wird es möglich, die wichtigsten genealogischen Beziehungen ihrer neun Klassen klar zu übersehen. Das systematische Verhältniß dieser Gruppen zu einander läßt sich durch folgende Uebersicht kurz ausdrücken.

A. Schädellose (Aorania)		1. Rohrherzen	1. Leptocardia		
B. Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachycardia)	}	a. Unpaarnasen <i>Monorrhina</i>	2. Rundmäuler	2. Cyclostoma	
		b. Paarnasen <i>Amphirrhina</i>	I. Amnionlose Anamnia	3. Fische	3. Pisces
			II. Amnionthiere Amniota	4. Lurdfische	4. Dipneusta
				5. Seedraehen	5. Halisauria
		6. Lurche	6. Amphibia		
		7. Schleicher	7. Reptilia		
		8. Vögel	8. Aves		
		9. Säugethiere	9. Mammalia		

Auf der niedrigsten Organisationsstufe von allen uns bekannten Wirbelthieren steht der einzige noch lebende Vertreter der ersten Klasse, das Lanzettfischchen oder Lanzettthierchen (*Amphioxus lanceolatus*) (Taf. XIII, Fig. B). Dieses höchst interessante und wichtige Thierchen, welches über die älteren Wurzeln unseres Stammbaumes ein überraschendes Licht verbreitet, ist offenbar der letzte Mohikaner, der letzte überlebende Repräsentant einer formenreichen niederen Wirbelthierklasse, welche während der Primordialzeit sehr entwickelt war, uns aber leider wegen des Mangels aller festen Skelettheile gar keine versteinerten Reste hinterlassen konnte. Das kleine Lanzettfischchen lebt heute noch weitverbreitet in verschiedenen Meeren, z. B. in der Ostsee, Nordsee, im Mittelmeere, gewöhnlich auf flachem Strande im Sand vergraben. Der Körper hat, wie der Name sagt, die Gestalt eines schmalen, an beiden Enden zugespitzten, lanzettförmigen Blattes. Erwachsen ist dasselbe etwa zwei Zoll lang, und röthlich schimmernd, halb durchsichtig. Aeußerlich hat das Lanzettthierchen so wenig Aehnlichkeit mit einem Wirbelthier, daß sein erster Entdecker, Pallas, es für eine unvollkommene Nacktschnecke hielt. Beine besitzt es nicht, und ebensowenig Kopf, Schädel und Gehirn. Das vordere Körperende ist äußerlich von dem hinteren fast nur durch die Mundöffnung zu unterscheiden. Aber dennoch besitzt der Amphioxus in seinem inneren Bau die wichtigsten Merkmale, durch welche sich alle Wirbelthiere von allen Wirbellosen unterscheiden, vor allen den Rückenstrang

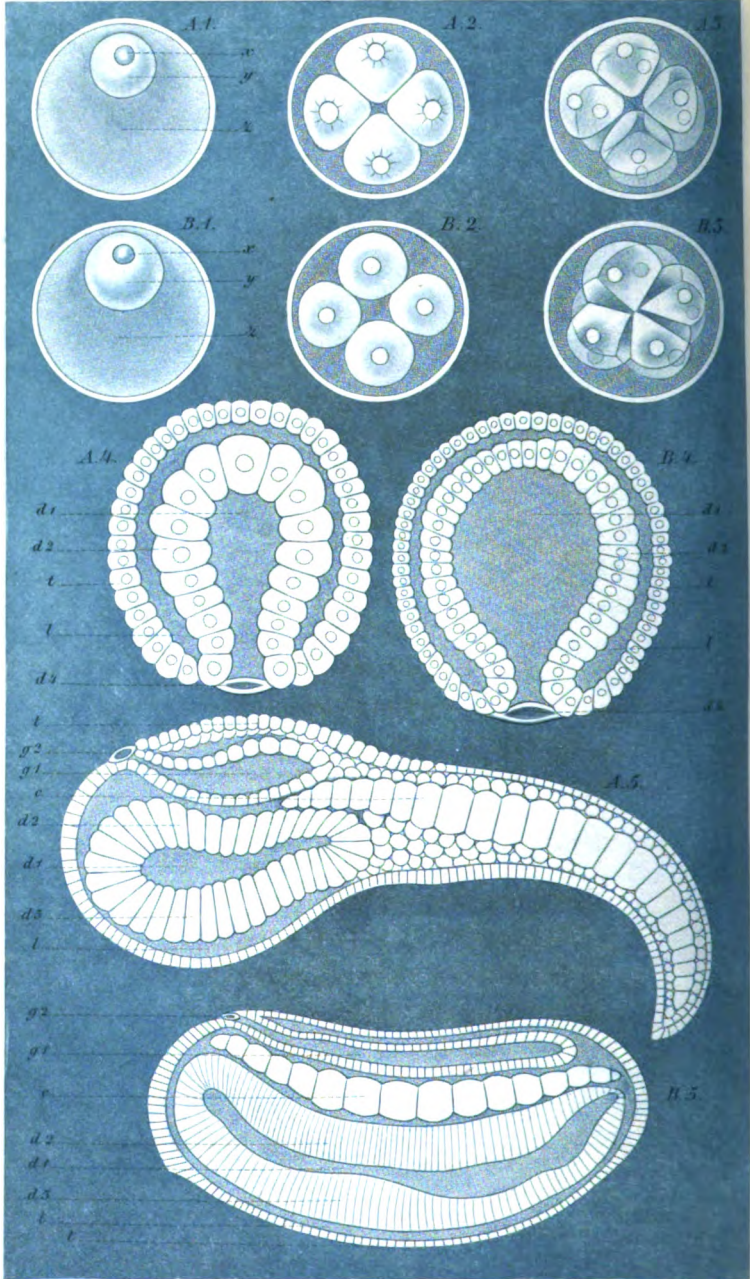
und das Rückenmark. Der Rückenstrang (Chorda dorsalis) ist ein cylindrischer, vorn und hinten zugespitzter, grader Knorpelstab, welcher die centrale Aze des inneren Skelets, und die Grundlage der Wirbelsäule bildet. Unmittelbar über diesem Rückenstrang, auf der Rückenseite desselben, liegt das Rückenmark (Medulla spinalis), ebenfalls ursprünglich ein grader, vorn und hinten zugespitzter, inwendig aber hohler Strang, welcher das Hauptstück und Centrum des Nervensystems bei allen Wirbelthieren bildet (vergl. oben S. 270). Bei allen Wirbelthieren ohne Ausnahme, auch den Menschen mit inbegriffen, werden diese wichtigsten Körpertheile während der embryonalen Entwicklung aus dem Ei ursprünglich in derselben einfachsten Form angelegt, welche sie beim Amphioxus zeitlebens behalten. Erst später entwickelt sich durch Aufreibung des vorderen Endes aus dem Rückenmark das Gehirn, und aus dem Rückenstrang der das Gehirn umschließende Schädel. Da bei dem Amphioxus diese beiden wichtigen Organe gar nicht zur Entwicklung gelangen, so können wir die durch ihn vertretene Thierklasse mit Recht als Schädellose (Acrania) bezeichnen, im Gegensatz zu allen übrigen, den Schädelthieren (Craniota). Gewöhnlich werden die Schädellosen Rohrherzen oder Röhrenherzen (Leptocardia) genannt, weil ein centralisirtes Herz noch fehlt, und das Blut durch die Zusammenziehungen der röhrenförmigen Blutgefäße selbst im Körper umhergetrieben wird. Die Schädelthiere, welche dagegen ein centralisirtes, beutelförmiges Herz besitzen, müßten dann im Gegensatz dazu Beutelherzen oder Centralherzen (Pachycardia) genannt werden.

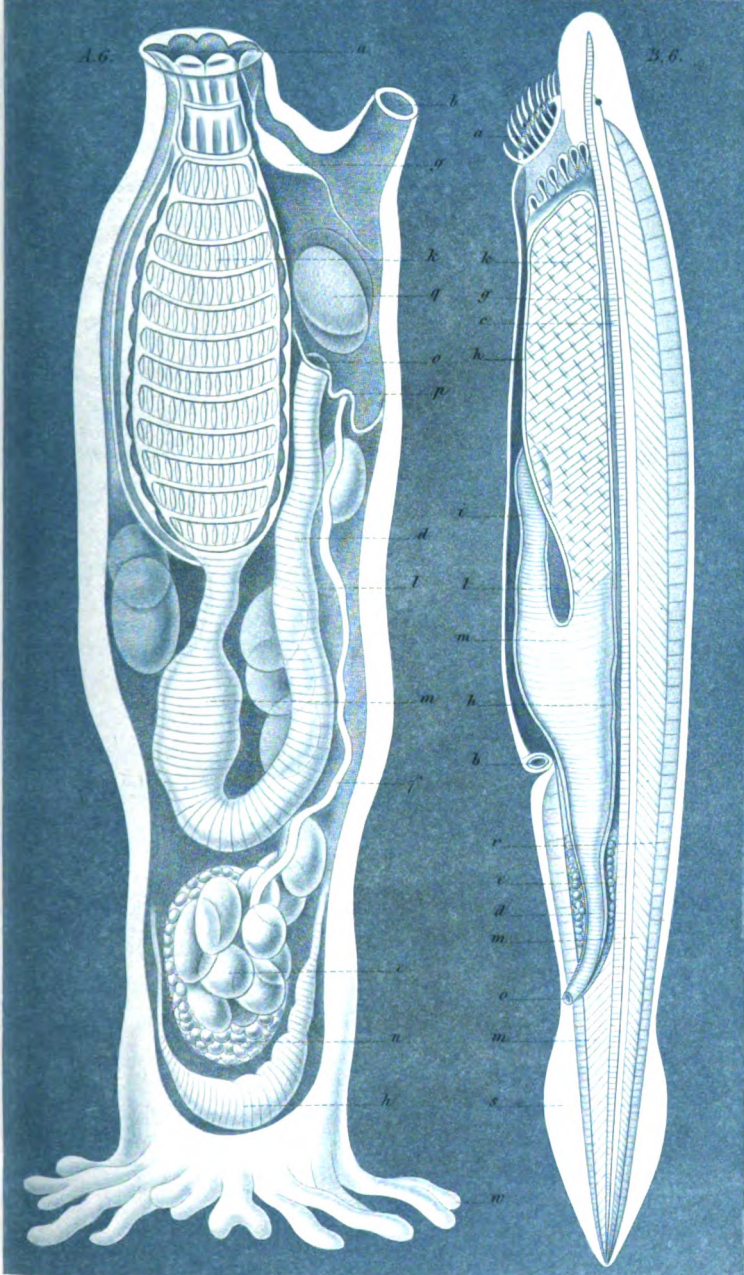
Offenbar haben sich die Schädelthiere oder Centralherzen erst in späterer Primordialzeit aus Schädellosen oder Rohrherzen, welche dem Amphioxus nahe standen, allmählich entwickelt. Darüber läßt uns die Ontogenie der Schädelthiere nicht in Zweifel. Wo stammen nun aber diese Schädellosen selbst her? Auf diese wichtige Frage hat uns, wie ich schon im vorletzten Vortrage erwähnte, erst die jüngste Zeit eine höchst überraschende Antwort gegeben. Aus den 1867 veröffentlichten Untersuchungen von Kowalewski über die individuelle Entwicklung

des Amphioxus und der festsitzenden Seescheiden (Ascidiae) [aus der Klasse der Mantelthiere (Tunicata)] hat sich ergeben, daß die Ontogenie dieser beiden ganz verschiedenen Thierformen in ihrer ersten Jugend merkwürdig übereinstimmt. Die frei umherschwimmenden Larven der Ascidien (Taf. XII, Fig. A) entwickeln die unzweifelhafte Anlage zum Rückenmark (Fig. 5g) und zum Rückenstrang (Fig. 5c) und zwar ganz in derselben Weise, wie der Amphioxus (Taf. XII, Fig. B). Allerdings bilden sie diese wichtigsten Organe des Wirbelthierkörpers späterhin nicht weiter aus. Vielmehr gehen sie eine rückschreitende Verwandlung ein, setzen sich auf dem Meeresboden fest, und wachsen zu unförmlichen Klumpen aus, in denen man kaum noch bei äußerer Betrachtung ein Thier vermuthet (Taf. XIII, Fig. A). Allein das Rückenmark, als die Anlage des Centralnervensystems, und der Rückenstrang, als die erste Grundlage der Wirbelsäule, sind so wichtige, den Wirbelthieren so ausschließlich eigenthümliche Organe, daß wir daraus sicher auf die wirkliche Blutsverwandtschaft der Wirbelthiere mit den Mantelthieren schließen können. Natürlich wollen wir damit nicht sagen, daß die Wirbelthiere von den Mantelthieren abstammen, sondern nur, daß beide Gruppen aus gemeinsamer Wurzel entsprossen sind, und daß die Mantelthiere von allen Wirbellosen diejenigen sind, welche die nächste Blutsverwandtschaft zu den Wirbelthieren besitzen. Offenbar haben sich während der Primordialzeit die echten Wirbelthiere (und zwar zunächst die Schädellosen) aus einer Würmergruppe fortschreitend entwickelt, aus welcher nach einer anderen, rückschreitenden Richtung hin die degenerirten Mantelthiere hervorgingen. (Vergl. die nähere Erklärung von Taf. XII und XIII im Anhang.)

Aus den Schädellosen hat sich zunächst eine zweite niedere Klasse von Wirbelthieren entwickelt, welche noch tief unter den Fischen steht, und welche in der Gegenwart nur durch die Inger (Myzinoïden) und Lampreten (Petromyzonten) vertreten wird. Auch diese Klasse konnte wegen des Mangels aller festen Körperteile leider eben so wenig als die Schädellosen versteinerte Reste hinterlassen. Aus ihrer

1102
TILEEN FOUNDATION





H. v. Siedlitz

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY
1000 S. EAST ASIAN BLDG.
CHICAGO, ILL. 60607

ganzen Organisation und Ontogenie geht aber deutlich hervor, daß sie eine sehr wichtige Mittelstufe zwischen den Schädellosen und den Fischen darstellt, und daß die wenigen noch lebenden Glieder derselben nur die letzten überlebenden Reste von einer gegen Ende der Primordialzeit vermuthlich reich entwickelten Thiergruppe sind. Wegen des freisunden, zum Saugen verwendeten Mauls, das die Juger und Lampreten besitzen, wird die ganze Klasse gewöhnlich Rundmäuler (*Cyclostoma*) genannt. Bezeichnender noch ist der Name Unpaarnasen (*Monorrhina*). Denn alle Cyclostomen besitzen ein einfaches unpaares Nasenrohr, während bei allen übrigen Wirbelthieren (wieder mit Ausnahme des Amphioxus) die Nase aus zwei paarigen Seitenhälften, einer rechten und linken Nase besteht. Wir konnten deshalb diese letzteren (Anamnioten und Amnioten) auch als Paarnasen (*Amphirrhina*) zusammenfassen. Die Paarnasen besitzen sämtlich ein ausgebildetes Kieferskelet (Oberkiefer und Unterkiefer), während dieses den Unpaarnasen gänzlich fehlt.

Auch abgesehen von der eigenthümlichen Nasenbildung und dem Mangel der Kieferbildung unterscheiden sich die Unpaarnasen von den Paarnasen noch durch viele andere Eigenthümlichkeiten. So fehlt ihnen namentlich ganz das wichtige sympathische Nervenpaar und die Milz der letzteren. Von der Schwimmblase und den beiden Beinpaaren, welche bei allen Paarnasen wenigstens in der ersten Anlage vorhanden sind, fehlt den Unpaarnasen (ebenso wie den Schädellosen) noch jede Spur. Es ist daher gewiß ganz gerechtfertigt, wenn wir sowohl die Monorrhinen als die Schädellosen gänzlich von den Fischen trennen, mit denen sie bis jetzt in herkömmlicher, aber irrthümlicher Weise vereinigt waren.

Die erste genauere Kenntniß der Monorrhinen oder Cyclostomen verdanken wir dem großen Berliner Zoologen Johannes Müller, dessen klassisches Werk über die „vergleichende Anatomie der Myxinoïden“ die Grundlage unserer neueren Ansichten über den Bau der Wirbelthiere bildet. Er unterschied unter den Cyclostomen zwei verschiedene Gruppen, welchen wir den Werth von Unterklassen geben.

Systematische Uebersicht

der 4 Hauptklassen, 9 Klassen und 26 Unterklassen der Wirbelthiere.

Gen. Morph. Bd. II, Taf. VII, S. CXVI—CLX.

I. Schädellose (Acrania) oder Rohrherzen (Leptocardia)

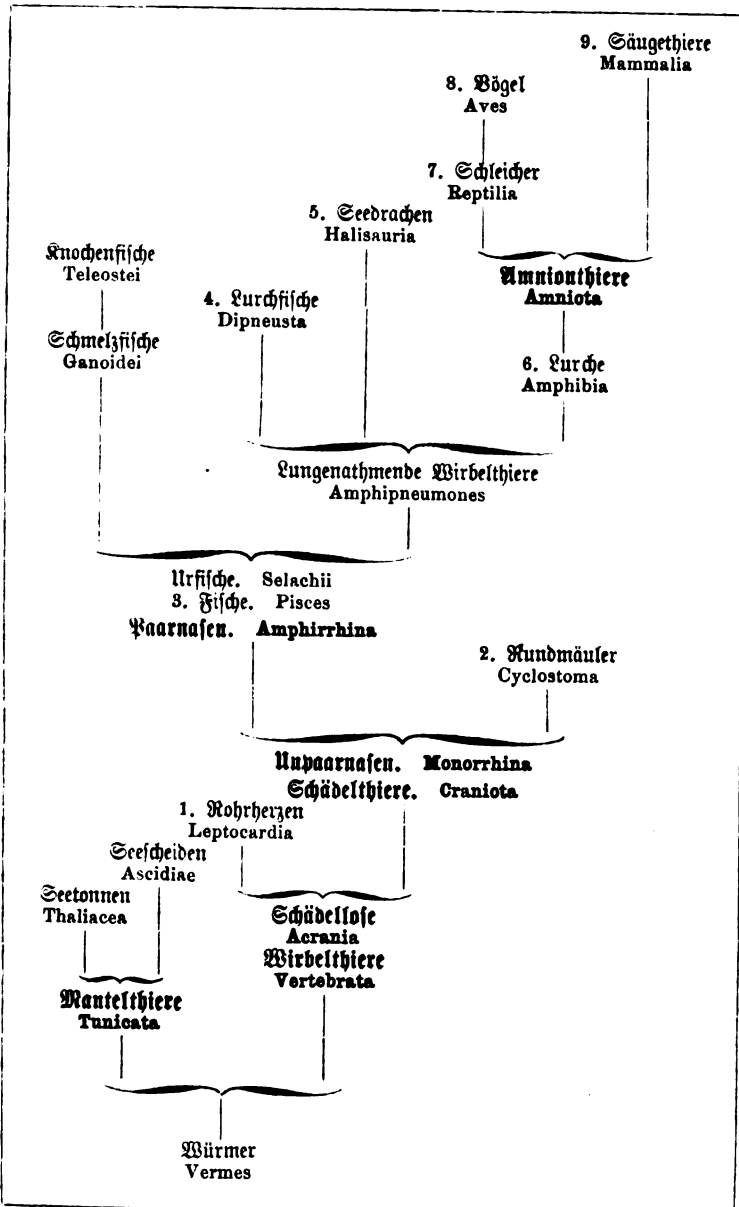
Wirbelthiere ohne Kopf, ohne Schädel und Gehirn, ohne centralisirtes Herz.

1. Schädellose Acrania	I. Rohrherzen Leptocardia	1. Lanzettthiere	1. Amphioxida
---------------------------	------------------------------	------------------	---------------

II. Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachyocardia)

Wirbelthiere mit Kopf, mit Schädel und Gehirn, mit centralisirtem Herzen.

Hauptklassen der Schädelthiere	Klassen der Schädelthiere	Unterklassen der Schädelthiere	Systematischer Name der Unterklassen	
2. Unpaarnasen Monorrhina	II. Rundmäuler <i>Cyclostoma</i>	2. Inger oder Schleimfische	2. Hyperotreta (Myxinoidea)	
		3. Lampreten oder Briden	3. Hyperoartia (Petromyzontia)	
3. Amnionlose Anamnia	III. Fische <i>Pisces</i>	4. Urfische	4. Selachii	
		5. Schmelzfische	5. Ganoides	
		6. Knochenfische	6. Teleostei	
	IV. Lurdfische <i>Dipneusta</i>	7. Molchfische	7. Protopteri	
		V. Seedrahen <i>Halisauria</i>	8. Urdrahen	8. Simosauria
			9. Schlangendra- chen	9. Plesiosauria
VI. Lurche <i>Amphibia</i>	10. Fischdrahen	10. Ichthyosauria		
	11. Panzerlurche	11. Phractamphibia		
4. Amnionthiere Amniota	VII. Schleicher <i>Reptilia</i>	12. Nachtlurche	12. Lissamphibia	
		13. Stammreptilien	13. Tocosauria	
		14. Eidechsen	14. Lacertilia	
		15. Schlangen	15. Ophidia	
		16. Crocodile	16. Crocodilia	
		17. Schildkröten	17. Chelonia	
	VIII. Vögel <i>Aves</i>	18. Flugreptilien	18. Pterosauria	
		19. Drahen	19. Dinosauria	
		20. Schnabelrepti- lien	20. Anomodontia	
		21. Fiederschwän- zige	21. Saururae	
		22. Fächerschwän- zige	22. Carinatae	
		23. Büschelschwän- zige	23. Ratitae	
IX. Säugethiere <i>Mammalia</i>	24. Kloakenthiere	24. Monotrema		
	25. Beuteltiere	25. Marsupialia		
	26. Placentalthiere	26. Placentalia		



Die erste Unterklasse sind die Jnger oder Schleimfische (Hyperotreta oder Myxinoida). Sie leben im Meere schmarogend auf Fischen, in deren Haut sie sich einbohren (Myxine, Bdellostoma). Im Gehörorgan besitzen sie nur einen Ringcanal, und ihr unpaares Nasenrohr durchbohrt den Gaumen. Höher entwickelt ist die zweite Unterklasse, die Lampreten oder Pricken (Hyperoartia oder Petromyzontia). Hierher gehören die allbekanntesten Flußpricken oder Neunaugen unserer Flüsse (Petromyzon fluviatilis), deren Bekanntschaft Sie wohl Alle im marinirten Zustande schon gemacht haben. Im Meere werden dieselben durch die mehrmals größeren Seepricken oder die eigentlichen Lampreten (Petromyzon marinus) vertreten. Bei diesen Unpaarnasen durchbohrt das Nasenrohr den Gaumen nicht, und im Gehörorgan finden sich zwei Ringcanäle.

Alle Wirbelthiere, welche jetzt noch leben, mit Ausnahme der eben betrachteten Monorrhinen und des Amphiozus, gehören zu derjenigen Hauptgruppe, welche wir als Paarnasen (Amphirrhina) bezeichnen. Alle diese Thiere besitzen (trotz der großen Mannichfaltigkeit in ihrer sonstigen Bildung) eine aus zwei paarigen Seitenhälften bestehende Nase, ein Kieferskelet, ein sympathisches Nervennetz, drei Ringcanäle im Gehörgang und eine Milz. Alle Paarnasen besitzen ferner eine blasenförmige Ausstülpung des Schlundes, welche sich bei den Fischen zur Schwimmblase, bei den übrigen Paarnasen zur Lunge entwickelt hat. Endlich ist ursprünglich bei allen Paarnasen die Anlage von zwei paar Extremitäten oder Gliedmaßen vorhanden, ein paar Vorderbeine oder Brustflossen, und ein paar Hinterbeine oder Bauchflossen. Allerdings ist bisweilen das eine Beinpaar (z. B. bei den Aalen und Walfischen) oder beide Beinpaare (z. B. bei den Caecilien und Schlangen) verkümmert oder gänzlich verloren gegangen; aber selbst in diesen Fällen ist wenigstens die Spur ihrer ursprünglichen Anlage in früher Embryonalzeit zu finden, oder es bleiben unnütze Reste derselben als rudimentäre Organe durch das ganze Leben bestehen (vergl. oben S. 13).

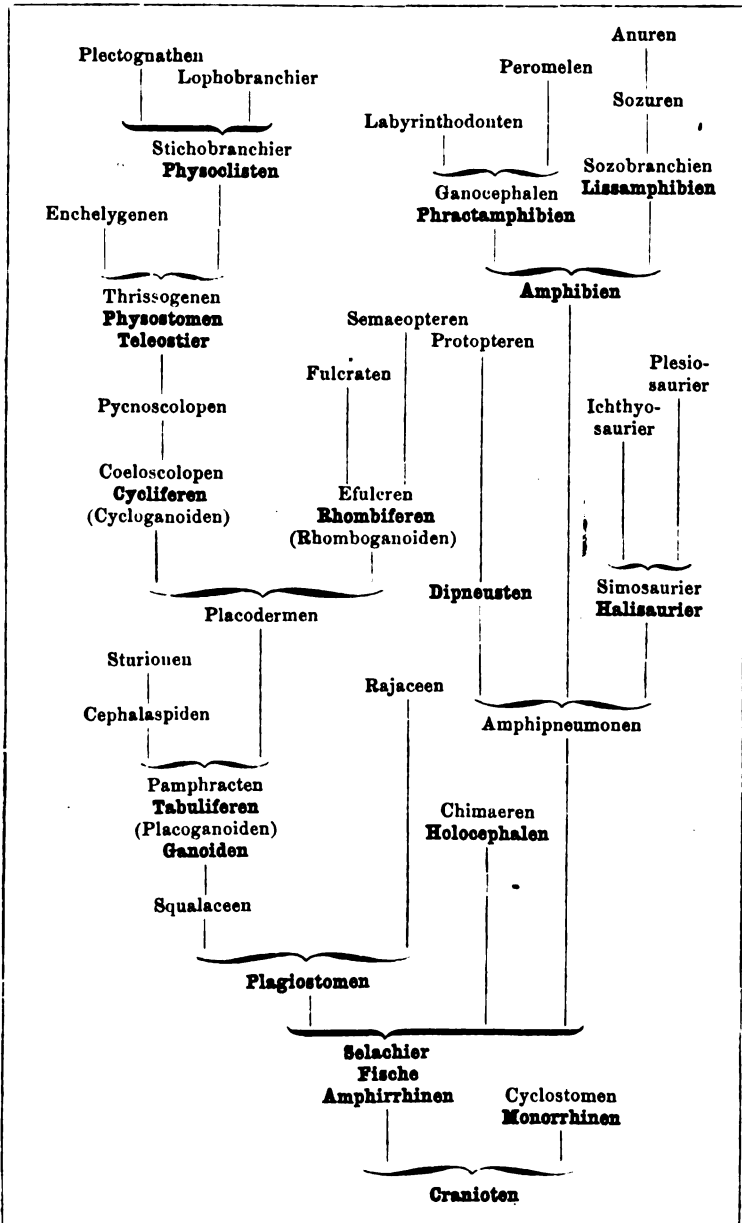
Aus allen diesen wichtigen Anzeichen können wir mit voller Sicherheit schließen, daß sämtliche Paarnasen von einer einzigen gemeinschaftlichen Stammform abstammen, welche während der Primordialzeit direct oder indirect sich aus den Monorrhinen entwickelt hatte. Diese Stammform muß die eben angeführten Organe, namentlich auch die Anlage zur Schwimmblase und zu zwei Beinpaaren oder Flossenpaaren besessen haben. Von allen jetzt lebenden Paarnasen stehen offenbar die niedersten Formen der Haiische dieser längst ausgestorbenen, unbekanntes, hypothetischen Stammform, welche wir als Stammpaarnasen oder Vorfische (Proselachii) bezeichnen können, am nächsten (vergl. Taf. XII). Wir dürfen daher die Gruppe der Urfische oder Selachier, in deren Rahmen diese Proselachier vermuthlich hineingepaßt haben, als die Stammgruppe nicht allein für die Fischklasse, sondern für die ganze Hauptklasse der Paarnasen betrachten.

Die Klasse der Fische (Pisces), mit welcher wir demgemäß die Reihe der Paarnasen beginnen, unterscheidet sich von den übrigen sechs Klassen dieser Reihe vorzüglich dadurch, daß die Schwimmblase niemals zur Lunge entwickelt, vielmehr nur als hydrostatischer Apparat thätig ist. In Uebereinstimmung damit finden wir den Umstand, daß die Nase bei den Fischen durch zwei blinde Gruben vorn auf der Schnauze gebildet wird, welche niemals den Gaumen durchbohren und in die Rachenhöhle münden. Dagegen sind die beiden Nasenhöhlen bei den übrigen sechs Klassen der Paarnasen zu Luftwegen umgebildet, welche den Gaumen durchbohren, und so den Lungen Luft zuführen. Die echten Fische (nach Ausschluß der Dipneusten) sind demnach die einzigen Paarnasen, welche ausschließlich durch Kiemen, und niemals durch Lungen athmen. Sie leben dem entsprechend alle im Wasser und ihre beiden Beinpaare haben die ursprüngliche Form von rudern den Flossen beibehalten.

Die echten Fische werden in drei verschiedene Unterklassen eingetheilt, in die Urfische, Schmelzfische und Knochenfische. Die älteste von diesen, welche die ursprüngliche Form am getreuesten bewahrt hat, ist diejenige der Urfische (Selachii). Davon leben heutzutage

Systematische Uebersicht der sieben Legionen und fünfzehn Ordnungen der Fischklasse.

Unterklassen der Fischklasse	Legionen der Fischklasse	Ordnungen der Fischklasse	Beispiele aus den Ordnungen	
A. Urfische Selachii	I. Quermäuler <i>Plagiostomi</i>	1. Haiische Squalacei	Stachelhai, Men- schenhai, u. s. w.	
		2. Rochen Rajacei	Stachelrochen, Zit- terrochen, u. s. w.	
B. Schmelzfische Ganoides	II. Seelagen <i>Holocephali</i>	3. Seelagen Chimaeracei	Chimären, Kalor- rhynchcn, u. s. w.	
		4. Schildkröten- fische Pamphracti	Cephalaspiden, Placodermen, u. s. w.	
	III. Gepanzerte Schmelzfische <i>Tabuliferi</i>	5. Störfische Sturiones	Löffelstör, Stör, Hansen, u. s. w.	
		6. Schindellose Efuleri	Doppelklosser, Pfla- sterzähner, u. s. w.	
	IV. Etschuppige Schmelzfische <i>Rhombiferi</i>	7. Schindelstossige Fulerati	Paläonisten, Kno- chenhechte, u. s. w.	
		8. Fahnenstossige Semaeopteri	Afritanischer Flö- selhecht, u. s. w.	
	V. Rundschnuppige Schmelzfische <i>Cycliferi</i>	9. Hohlgrätenfische Coeloscolopes	Holoptenchier, Coe- lacanthiden, u. s. w.	
		10. Dichtgrätenfische Pycnoscolopes	Coccolepiden, Ami- aden, u. s. w.	
	C. Knochenfische Teleostei	VI. Knochenfische mit Luftgang der Schwimmbläse <i>Physostomi</i>	11. Haringartige Thrissogenes	Haringe, Lachse, Karpfen, Welse, u. s. w.
			12. Aalartige Enchelygenes	Aale, Schlangen- aale, Bitteraale, u. s. w.
VII. Knochenfische ohne Luftgang der Schwimmbläse <i>Physoclisti</i>		13. Reibenthiemer Stichobranchii	Barsche, Lippfische, Dorsche, Schol- len, u. s. w.	
		14. Heftkiefer Plectognathi	Kofferfische, Igel- fische, u. s. w.	
		15. Büschelthierner Lophobranchii	Seenadeln, See- pferdchen, u. s. w.	



noch die Haiſiſche (Squali) und Rochen (Rajae), welche man als Quermäuler (Plagiostomi) zusammenfaßt, sowie die ſeltſame Fiſchform der abenteuerlich geſtalteten Seelagen oder Chimären (Holocephali oder Chimaeracei). Aber dieſe Urfiſche der Gegenwart, welche in allen Meeren vorkommen, ſind nur ſchwache Reſte von der geſtaltreichen und herrſchenden Thiergruppe, welche die Selachier in früheren Zeiten der Erdgeſchichte, und namentlich während der paläolithiſchen Zeit bildeten. Leider beſitzen alle Urfiſche ein knorpeliges, niemals vollſtändig verknöchertes Skelet, welches der Verſteinerung nur wenig oder gar nicht fähig iſt. Die einzigen harten Körpertheile, welche in foſſilem Zuſtande ſich erhalten konnten, ſind die Zähne und die Flosſenſtacheln. Dieſe finden ſich aber in ſolcher Menge, Formenmannichfaltigkeit und Größe in den älteren Formationen vor, daß wir daraus mit Sicherheit auf eine höchſt beträchtliche Entwicklung der Urfiſche in jener altersgrauen Vorzeit ſchließen können. Sie finden ſich ſogar ſchon in den ſiluriſchen Schichten, welche von anderen Wirbelthieren nur ſchwache Reſte von Schmelzfiſchen (und dieſe erſt in den jüngſten Schichten, im oberen Silur) einſchließen. Von den drei Ordnungen der Urfiſche ſind die bei weitem wichtigſten und intereſſanteſten die Haiſiſche, welche wahrſcheinlich unter allen lebenden Paarnafen der urſprünglichen Stammform der ganzen Gruppe, den Proſelachiern, am nächſten ſtehen. Aus dieſen Proſelachiern, welche von echten Haiſiſchen wohl nur wenig verſchieden waren, haben ſich wahrſcheinlich nach einer Richtung hin die Schmelzfiſche und die heutigen Urfiſche, nach einer anderen Richtung hin die Dipneuſten, Seedraſchen und Amphibien entwickelt.

Die Schmelzfiſche (Ganoides) ſtehen in anatomischer Beziehung vollſtändig in der Mitte zwiſchen den Urfiſchen einerſeits und den Knochenfiſchen andererſeits. In vielen Merkmalen ſtimmen ſie mit jenen, in vielen anderen mit dieſen überein. Wir ziehen daraus den Schluß, daß ſie auch genealogiſch den Uebergang von den Urfiſchen zu den Knochenfiſchen vermittelten. In noch höherem Maße, als die Urfiſche, ſind auch die Ganoiden heutzutage größtentheils aus-

gestorben, wogegen sie während der ganzen paläolithischen und mesolithischen Zeit in großer Mannichfaltigkeit und Masse entwickelt waren. Nach der verschiedenen Form der äußeren Hautbedeckung theilt man die Schmelzfische in drei Regionen: Gepanzerte, Eckschuppige und Rundschuppige. Die gepanzerten Schmelzfische (Tabuliferi) sind die ältesten und schließen sich unmittelbar an die Selachier an, aus denen sie entsprungen sind. Fossile Reste von ihnen finden sich, obwohl selten, bereits im oberen Silur vor (*Pteraspis ludensis* aus den Ludlowsschichten). Riesige, gegen 30 Fuß lange Arten derselben, mit mächtigen Knochenplatten gepanzert, finden sich namentlich im devonischen System. Heute aber lebt von dieser Region nur noch die kleine Ordnung der Störfische (Sturiones), nämlich die Köffelstöre (*Spatularides*), und die Störe (*Accipenserides*), zu denen u. A. der Hausen gehört, welcher uns den Fischleim oder die Hausenblase liefert, der Stör und Sterlett, deren Eier wir als Caviar verzehren u. s. w. Aus den gepanzerten Schmelzfischen haben sich wahrscheinlich als zwei divergente Zweige die eckschuppigen und die rundschuppigen entwickelt. Die eckschuppigen Schmelzfische (Rhombiferi), welche man durch ihre viereckigen oder rhombischen Schuppen auf den ersten Blick von allen anderen Fischen unterscheiden kann, sind heutzutage nur noch durch wenige Ueberbleibsel vertreten, nämlich durch den Flösselhecht (*Polypterus*) in afrikanischen Flüssen (vorzüglich im Nil), und durch den Knochenhecht (*Lepidosteus*) in amerikanischen Flüssen. Aber während der paläolithischen und der ersten Hälfte der mesolithischen Zeit bildete diese Region die Hauptmasse der Fische. Weniger formenreich war die dritte Region, die rundschuppigen Schmelzfische (Cycliferi), welche vorzugsweise während der Devonzeit und Steinkohlenzeit lebten. Jedoch war diese Region, von der heute nur noch der Kahlhecht (*Amia*) in nordamerikanischen Flüssen übrig ist, insofern viel wichtiger, als sich aus ihr die dritte Unterklasse der Fische, die Knochenfische, entwickelten.

Die Knochenfische (Teleostei) bilden in der Gegenwart die Hauptmasse der Fischklasse. Es gehören dahin die allermeisten See-

fische, und alle unsere Süßwasserfische, mit Ausnahme der eben erwähnten Schmelzfische. Wie zahlreiche Versteinerungen deutlich beweisen, ist diese Klasse erst um die Mitte des mesolithischen Zeitalters aus den Schmelzfischen, und zwar aus den rundschuppigen oder Cycliferen entstanden. Die Thriassopiden der Jurazeit (Thriassops, Lepidolepis, Tharsis), welche unseren heutigen Häringen am nächsten stehen, sind wahrscheinlich die ältesten von allen Knochenfischen, und unmittelbar aus den rundschuppigen Schmelzfischen, welche der heutigen *Amia* nahe standen, hervorgegangen. Bei den älteren Knochenfischen, den Physostomen war, ebenso wie bei den Ganoiden, die Schwimmblase noch zeitlebens durch einen bleibenden Luftgang (eine Art Luströhre) mit dem Schlunde in Verbindung. Das ist auch heute noch bei den zu dieser Gruppe gehörigen Häringen, Lachsen, Karpfen, Welsen, Aalen u. s. w. der Fall. Während der Kreidezeit trat aber bei einigen Physostomen eine Verwachsung, ein Verschluss jenes Luftganges ein, und dadurch wurde die Schwimmblase völlig von dem Schlunde abgeschnürt. So entstand die zweite Region der Knochenfische, die der Physoklisten, welche erst während der Tertiärzeit ihre eigentliche Ausbildung erreichte, und bald an Mannichfaltigkeit bei weitem die Physostomen übertraf. Es gehören hierher die meisten Seefische der Gegenwart, namentlich die umfangreichen Familien der Dorsche, Schollen, Thunfische, Lippfische, Umberfische u. s. w., ferner die Heftkieser (Kofferrfische und Igelfische) und die Büschelkiemer (Seenadeln und Seepferdchen). Dagegen sind unter unseren Flußfischen nur wenige Physoklisten, z. B. der Barsch und der Stikling; die große Mehrzahl der Flußfische sind Physostomen.

Zwischen den echten Fischen und den Amphibien mitten inne steht die merkwürdige Klasse der Lurdfische oder Molchfische (*Dipneusta* oder *Protopteri*). Davon leben heute nur noch wenige Repräsentanten, nämlich der amerikanische Molchfisch (*Lepidosiren paradoxa*) im Gebiete des Amazonenstroms, und der afrikanische Molchfisch (*Protopterus annectens*) in verschiedenen Gegenden Afrikas. Ein dritter großer Molchfisch (*Ceratodus Forsteri*) ist kürzlich

in Australien entdeckt worden. Während der trocknen Jahreszeit, im Sommer, vergraben sich diese seltsamen Thiere in den eintrocknenden Schlamm, in ein Nest von Blättern, und athmen dann Luft durch Lungen, wie die Amphibien. Während der nassen Jahreszeit aber, im Winter, leben sie in Flüssen und Sümpfen, und athmen Wasser durch Kiemen, gleich den Fischen. Außerlich gleichen sie aalförmigen Fischen, und sind wie diese mit Schuppen bedeckt; auch in manchen Eigenthümlichkeiten ihres inneren Baues, des Skelets, der Extremitäten zc. gleichen sie mehr den Fischen, als den Amphibien. In anderen Merkmalen dagegen stimmen sie mehr mit den letzteren überein, vor allem in der Bildung der Lungen, der Nase und des Herzens. Aus diesen Gründen herrscht unter den Zoologen ein ewiger Streit darüber, ob die Lurchfische eigentlich Fische oder Amphibien seien. Ebenso ausgezeichnete Zoologen haben sich für die eine, wie für die andere Ansicht ausgesprochen. In der That sind sie wegen der vollständigen Mischung des Charakters weder das eine noch das andere, und werden wohl am richtigsten als eine besondere Wirbelthierklasse aufgefaßt, welche den Uebergang zwischen jenen beiden Klassen vermittelt. Die heute noch lebenden Dipneusten sind wahrscheinlich die letzten überlebenden Reste einer vormalig formenreichen Gruppe, welche aber wegen Mangels fester Skelettheile keine versteinerten Spuren hinterlassen konnte. Sie verhalten sich in dieser Beziehung ganz ähnlich den Monorrhinen und den Leptocardiern, mit denen sie gewöhnlich zu den Fischen gerechnet werden. Jedoch finden sich Zähne, welche denen des *Ceratodus* gleichen, in der Trias. Vielleicht sind ausgestorbene Dipneusten der paläolithischen Periode, welche sich in devonischer Zeit aus Urfischen entwickelt hatten, als die Stammformen der Amphibien, und somit auch aller höheren Wirbelthiere zu betrachten. Mindestens werden die unbekannteren Uebergangsformen von den Urfischen zu den Amphibien, welche wir als Stammgruppe der letzteren zu betrachten haben, den Dipneusten wohl sehr ähnlich gewesen sein.

Eine ganz eigenthümliche Wirbelthierklasse, welche schon längst ausgestorben ist und bloß während der Sekundärzeit gelebt zu haben

scheint, bilden die merkwürdigen Seedrachen (*Halisauria* oder *Enaliosauria*, auch wohl Schwimmsüßer oder *Regipoden* genannt). Diese furchtbaren Raubthiere bevölkerten die mesolithischen Meere in großen Mengen und in höchst sonderbaren Formen, zum Theil von 30—40 Fuß Länge. Sehr zahlreiche und vortrefflich erhaltene Versteinerungen und Abdrücke sowohl von ganzen Seedrachen als von einzelnen Theilen derselben, haben uns mit ihrem Körperbau jetzt sehr genau bekannt gemacht. Gewöhnlich werden dieselben zu den Reptilien oder Schleichern gestellt, während einige Anatomen ihnen einen viel tieferen Rang, in unmittelbarem Anschluß an die Fische, anweisen. Die kürzlich veröffentlichten Untersuchungen von Gegenbaur, welche vor allen die maßgebende Bildung der Gliedmaßen in das rechte Licht setzen, haben dagegen zu dem überraschenden Resultate geführt, daß die Seedrachen eine ganz isolirt stehende Gruppe bilden, weit entfernt sowohl von den Reptilien und Amphibien, als von den eigentlichen Fischen. Die Skelettbildung ihrer vier Beine, welche zu kurzen, breiten Ruderslossen umgeformt sind (ähnlich wie bei den Fischen und Walfischen), liefert den klaren Beweis, daß sich die Halisaurier früher als die Amphibien von dem Wirbelthierstamme abgezweigt haben. Denn die Amphibien sowohl als die drei höheren Wirbelthierklassen stammen alle von einer gemeinsamen Stammform ab, welche an jedem Beine nur fünf Zehen oder Finger besaß. Die Seedrachen dagegen besitzen (entweder deutlich entwickelt oder doch in der Anlage des Fußskelets ausgeprägt) mehr als fünf Finger, wie die Urfische. Andererseits haben sie Luft durch Lungen, wie die Dipneusten geathmet, trotzdem sie beständig im Meere umherschwammen. Sie haben sich daher, vielleicht im Zusammenhang mit den Lurchfischen, von den Selachiern abgezweigt, aber nicht weiter in höhere Wirbelthiere fortgesetzt. Sie bilden eine ausgestorbene Seitenlinie.

Die genauer bekannten Seedrachen vertheilen sich auf drei, ziemlich stark von einander sich entfernende Ordnungen, die Urdrachen, Fischdrachen und Schlangendrachen. Die Urdrachen (*Simosauria*) sind die ältesten Seedrachen und lebten bloß während der Triasperiode.

Besonders häufig findet man ihre Skelete im Muschelkalk, und zwar zahlreiche verschiedene Gattungen. Sie scheinen im Ganzen den Plesiosauren sehr ähnlich gewesen zu sein und werden daher wohl auch mit diesen zu einer Ordnung (Sauropterygia) vereinigt. Die Schlängendrachen (Plesiosauria) lebten zusammen mit den Ichthyosauren in der Jura- und Kreidezeit. Sie zeichneten sich durch einen ungemein langen und schlanken Hals aus, welcher oft länger als der ganze Körper war und einen kleinen Kopf mit kurzer Schnauze trug. Wenn sie den Hals gebogen aufrecht trugen, werden sie einem Schwane sehr ähnlich gewesen sein; aber statt der Flügel und Beine hatten sie zwei paar kurze, platte, ovale Rudersfloßen.

Ganz anders war die Körperform der Fischdrachen (Ichthyosauria), welche auch wohl als Fischflosser (Ichthyopterygia) den beiden vorigen Ordnungen entgegengesetzt werden. Sie besaßen einen sehr langen und langgestreckten Fischrumpf und einen schweren Kopf mit verlängerter platter Schnauze, dagegen einen sehr kurzen Hals. Sie werden äußerlich gewissen Delfinen sehr ähnlich gewesen sein. Der Schwanz ist bei ihnen sehr lang, bei den vorigen dagegen sehr kurz. Auch die beiden Paar Rudersfloßen sind breiter und zeigen einen wesentlich anderen Bau. Vielleicht haben sich die Fischdrachen und die Schlängendrachen als zwei divergente Zweige aus den Urdrachen entwickelt. Vielleicht haben aber auch die Simosaurier bloß den Plesiosauriern den Ursprung gegeben, während die Ichthyosaurier sich tiefer von dem gemeinsamen Stamme abzweigt haben. Jedenfalls sind sie alle direct oder indirect von den Selachiern abzuleiten.

Die nun folgenden Wirbelthierklassen, nämlich die Amphibien und die Amnioten (Reptilien, Vögel und Säugethiere) lassen sich alle auf Grund ihrer charakteristischen fünfzehigen Fußbildung (Pentadactylie) von einer gemeinsamen, aus den Selachiern entsprungenen Stammform ableiten, welche an jeder der vier Gliedmaßen fünf Zehen besaß. Wenn hier weniger als fünf Zehen ausgebildet sind, so müssen die fehlenden im Laufe der Zeit durch Anpassung verloren gegangen sein. Die ältesten uns bekannten von diesen

fünfzehigen Vertebraten sind die Lurche (Amphibia). Wir theilen diese Klasse in zwei Unterklassen ein, in die Panzerlurche und Nachtlurche, von denen die ersteren durch die Bedeckung des Körpers mit Knochentafeln oder Schuppen ausgezeichnet sind.

Die erste und ältere Unterklasse der Amphibien bilden die Panzerlurche (Phractamphibia), die ältesten landbewohnenden Wirbelthiere, von denen uns fossile Reste erhalten sind. Wohlerhaltene Versteinerungen derselben finden sich schon in der Steinkohle vor, nämlich die den Fischen noch am nächsten stehenden Schmelzköpfe (Ganocephala), der Arhegosaurus von Saarbrücken, und das Dendrerpeton aus Nordamerika. Auf diese folgen dann später die riesigen Wickelzähner (Labyrinthodonta), schon im permischen System durch Zygosaurus, später aber vorzüglich in der Trias durch Mastodonsaurus, Trematosaurus, Kapitosauros u. s. w. vertreten. Diese furchtbaren Raubthiere scheinen in der Körperform zwischen den Krokodilen, Salamandern und Fröschen in der Mitte gestanden zu haben, waren aber den beiden letzteren mehr durch ihren inneren Bau verwandt, während sie durch die feste Panzerbedeckung mit starken Knochentafeln den ersteren glichen. Schon gegen Ende der Triaszeit scheinen diese gepanzerten Riesenlurche ausgestorben zu sein. Aus der ganzen folgenden Zeit kennen wir keine Versteinerungen von Panzerlurchen. Daß diese Unterklasse jedoch während dessen noch lebte und niemals ganz ausstarb, beweisen die heute noch lebenden Blindwühlen oder Caecilien (Peromela), kleine beschuppte Phraktamphibien von der Form und Lebensweise des Regenwurms.

Die zweite Unterklasse der Amphibien, die Nachtlurche (Lissamphibia), entstanden wahrscheinlich schon während der primären oder secundären Zeit, obgleich wir fossile Reste derselben erst aus der Tertiärzeit kennen. Sie unterscheiden sich von den Panzerlurchen durch ihre nackte, glatte, schlüpfrige Haut, welche jeder Schuppen- oder Panzerbedeckung entbehrt. Sie entwickelten sich vermuthlich entweder aus einem Zweige der Phraktamphibien oder aus gemeinsamer Wurzel mit diesen. Die drei Ordnungen von Nachtlurchen, welche

noch jetzt leben, die Kiemenlurche, Schwanzlurche und Froschlurche, wiederholen uns noch heutzutage in ihrer individuellen Entwicklung sehr deutlich den historischen Entwicklungsgang der ganzen Unterklasse. Die ältesten Formen sind die Kiemenlurche (Sozobranchia), welche zeitlebens auf der ursprünglichen Stammform der Nachtlurche stehen bleiben und einen langen Schwanz nebst wasserathmenden Kiemen beibehalten. Sie stehen am nächsten den Dipneusten, von denen sie sich aber schon äußerlich durch den Mangel des Schuppenkleides unterscheiden. Die meisten Kiemenlurche leben in Nordamerika, unter anderen der früher erwähnte Agolotl oder Siredon (vergl. oben S. 215). In Europa ist diese Ordnung nur durch eine Form vertreten, durch den berühmten Olm (*Proteus anguineus*), welcher die Adelsberger Grotte und andere Höhlen Krains bewohnt, und durch den Aufenthalt im Dunkeln rudimentäre Augen bekommen hat, die nicht mehr sehen können (s. oben S. 13). Aus den Kiemenlurchen hat sich durch Verlust der äußeren Kiemen die Ordnung der Schwanzlurche (Sozura) entwickelt, zu welcher unser schwarzer, gelbgefleckter Landsalamander (*Salamandra maculata*) und unsere flinken Wassermolche (Triton) gehören. Manche von ihnen, z. B. der berühmte Riesemolch von Japan (*Cryptobranchus japonicus*) haben noch die Kiemenspalte beibehalten, trotzdem sie die Kiemen selbst verloren haben. Alle aber behalten den Schwanz zeitlebens. Bisweilen conserviren die Tritonen auch die Kiemen und bleiben so ganz auf der Stufe der Kiemenlurche stehen, wenn man sie nämlich zwingt, beständig im Wasser zu bleiben (vergl. oben S. 215). Die dritte Ordnung, die Schwanzlosen oder Froschlurche (Anura), verlieren bei der Metamorphose nicht nur die Kiemen, durch welche sie in früher Jugend (als sogenannte „Kaulquappen“) Wasser athmen, sondern auch den Schwanz, mit dem sie umherschwimmen. Sie durchlaufen also während ihrer Ontogenie den Entwicklungsgang der ganzen Unterklasse, indem sie zuerst Kiemenlurche, später Schwanzlurche, und zuletzt Froschlurche sind. Offenbar ergiebt sich daraus, daß die Froschlurche

sich erst später aus den Schwanzlurchen, wie diese selbst aus den ursprünglich allein vorhandenen Kiemenlurchen entwickelt haben.

Indem wir nun von den Amphibien zu der nächsten Wirbelthierklasse, den Reptilien übergehen, bemerken wir eine sehr bedeutende Vervollkommnung in der stufenweise fortschreitenden Organisation der Wirbelthiere. Alle bisher betrachteten Paarnasen oder Amphirrhinen, und namentlich die beiden großen Klassen der Fische und Lurche, stimmen in einer Anzahl von wichtigen Charakteren überein, durch welche sie sich von den drei noch übrigen Wirbelthierklassen, den Reptilien, Vögeln und Säugethieren, sehr wesentlich unterscheiden. Bei diesen letzteren bildet sich während der embryonalen Entwicklung rings um den Embryo eine von seinem Nabel auswachsende besondere zarte Hülle, die Fruchthaut oder das Amnion, welche mit dem Fruchtwasser oder Amnionwasser gefüllt ist, und in diesem das Embryon oder den Keim blasenförmig umschließt. Wegen dieser sehr wichtigen und charakteristischen Bildung können wir jene drei höchst entwickelten Wirbelthierklassen als Amnionthiere (Amniota) zusammenfassen. Die vier soeben betrachteten Klassen der Paarnasen dagegen, denen das Amnion, ebenso wie allen niederen Wirbelthieren (Unpaarnasen und Schädellofen) fehlt, können wir jenen als Amnionlose (Anamnia) entgegensetzen.

Die Bildung der Fruchthaut oder des Amnion, durch welche sich die Reptilien, Vögel und Säugethiere von allen anderen Wirbelthieren unterscheiden, ist offenbar ein höchst wichtiger Vorgang in der Ontogenie und der ihr entsprechenden Phylogenie der Wirbelthiere. Er fällt zusammen mit einer Reihe von anderen Vorgängen, welche wesentlich die höhere Entwicklung der Amnionthiere bestimmen. Dahin gehört vor allen der gänzliche Verlust der Kiemen, dessenwegen man schon früher die Amnioten als Kiemenlose (Ebranchiata) allen übrigen Wirbelthieren als Kiemenathmenden (Branchiata) entgegengesetzt hatte. Bei allen bisher betrachteten Wirbelthieren fanden sich athmende Kiemen entweder zeitlebens-, oder doch wenigstens, wie bei Fröschen und Molchen, in früher Jugend. Bei

den Reptilien, Vögeln und Säugethieren dagegen kommen zu keiner Zeit des Lebens wirklich athmende Kiemen vor, und die auch hier vorhandenen Kiemenbogen gestalten sich im Laufe der Ontogenie zu ganz anderen Gebilden, zu Theilen des Kieferapparats und des Gehörorgans (vergl. oben S. 274). Alle Amnionthiere besitzen im Gehörorgan eine sogenannte „Schnecke“ und ein dieser entsprechendes „rundes Fenster“. Diese Theile fehlen dagegen den Amnionlosen. Bei diesen letzteren liegt der Schädel des Embryon in der gradlinigen Fortsetzung der Wirbelsäule. Bei den Amnionthieren dagegen erscheint die Schädelbasis von der Bauchseite her eingeknickt, so daß der Kopf auf die Brust herabsinkt (Taf. III, Fig. C, D, G, H). Auch entwickeln sich erst bei den Amnioten die Thränenorgane im Auge.

Wann fand nun im Laufe der organischen Erdgeschichte dieser wichtige Vorgang statt? Wann entwickelte sich aus einem Zweige der Amnionlosen (und zwar jedenfalls aus einem Zweige der Amphibien) der gemeinsame Stammvater aller Amnionthiere?

Auf diese Frage geben uns die versteinerten Wirbelthierreste zwar keine ganz bestimmte, aber doch eine annähernde Antwort. Mit Ausnahme nämlich von zwei im permischen Systeme gefundenen eidechsenähnlichen Thieren (dem Proterosauros und Rhopalodon) gehören alle übrigen versteinerten Reste, welche wir bis jetzt von Amnionthieren kennen, der Secundärzeit, Tertiärzeit und Quartärzeit an. Von jenen beiden Wirbelthieren aber ist es noch zweifelhaft, ob sie schon wirkliche Reptilien und nicht vielleicht salamanderähnliche Amphibien sind. Wir kennen von ihnen allein das Skelet, und dies nicht einmal vollständig. Da wir nun von den entscheidenden Merkmalen der Weichthiere gar Nichts wissen, so ist es wohl möglich, daß der Proterosauros und der Rhopalodon noch amnionlose Thiere waren, welche den Amphibien näher als den Reptilien standen, vielleicht auch zu den Uebergangsformen zwischen beiden Klassen gehörten. Da aber andererseits unzweifelhafte Amnionthiere bereits in der Trias versteinert vorgefunden werden, so ist es wahrscheinlich, daß die Hauptklasse der Amnioten sich erst in

der Triaszeit, im Beginn des mesolithischen Zeitalters, entwickelte. Wie wir schon früher sahen, ist offenbar gerade dieser Zeitraum einer der wichtigsten Wendepunkte in der organischen Erdgeschichte. An die Stelle der paläolithischen Farnwälder traten damals die Nadelwälder der Trias. In vielen Abtheilungen der wirbellosen Thiere traten wichtige Umgestaltungen ein: Aus den gefäßlosen Seelilien (*Phatnocrina*) entwickelten sich die gegliederten (*Colocrina*). Die Autechiniden oder die Seeigel mit zwanzig Plattenreihen traten an die Stelle der paläolithischen Palechiniden, der Seeigel mit mehr als zwanzig Plattenreihen. Die Cystideen, Blastoiden, Trilobiten und andere charakteristische wirbellose Thiergruppen der Primärzeit waren so eben ausgestorben. Kein Wunder, wenn die umgestaltenden Anpassungsverhältnisse im Beginn der Triaszeit auch auf den Wirbelthierstamm mächtig einwirkten, und die Entstehung der Amnionthiere veranlaßten.

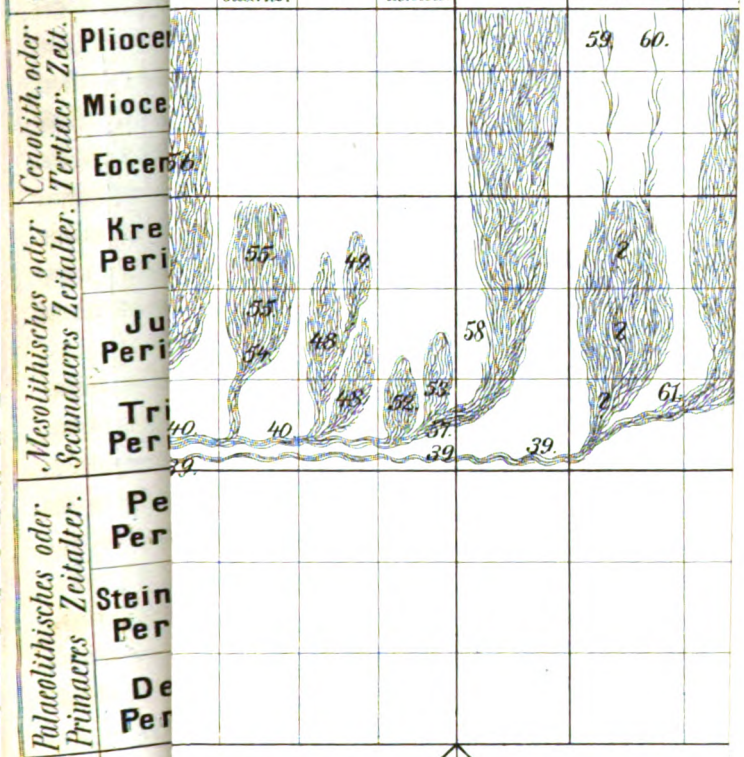
Wenn man dagegen die beiden eidechsen- oder salamanderähnlichen Thiere der Permzeit, den *Proterosaurus* und den *Rhopalodon*, als echte Reptilien, mithin als die ältesten Amnioten betrachtet, so würde die Entstehung dieser Hauptklasse bereits um eine Periode früher, gegen das Ende der Primärzeit fallen, in die permische Periode. Alle übrigen Reptilienreste aber, welche man früher im permischen, im Steinkohlensystem oder gar im devonischen Systeme gefunden zu haben glaubte, haben sich entweder nicht als Reptilienreste, oder als viel jüngeren Alters (meistens der Trias angehörig) herausgestellt. (Vergl. Taf. XIV.)

Die gemeinsame hypothetische Stammform aller Amnionthiere, welche wir als *Protamnion* bezeichnen können, und welche möglicherweise dem *Proterosaurus* nahe verwandt war, stand vermuthlich im Ganzen hinsichtlich ihrer Körperbildung in der Mitte zwischen den Salamandern und Eidechsen. Ihre Nachkommenschaft spaltete sich schon frühzeitig in zwei verschiedene Linien, von denen die eine die gemeinsame Stammform der Reptilien und Vögel, die andere die Stammform der Säugethiere wurde.

Hauptklasse. } Paarnasen oder Amphirrhinen
 Klassen } mit Amnion, ohne Kiemen.

und Unterklasse des Wirbeltstamme

Reptilia.	Vögel. Aves.	Säugethiere
Schildkröten. Anonia. Flugschleicher. Pterosauria. Drachen. Dinosauria. Schnabelschleicher. Anomodontia.		Schnabelthiere. Monotremata. Beutthiere. Marsu



Archolithisches oder Primordiales Zeitalter.

Silurischer Periode

Devonischer Periode

Carbonifer Periode

Permianer Periode

Trias Periode

Jurassischer Periode

Kreide Periode

Paläozoisches Zeitalter begründet.

Relative Länge Zeitalter in Procenten

V. Quartär-Zeit

IV. Tertiär-Zeit

III. Secundär-Zeit

II. Primär-Zeit

I. Primordial-Zeit

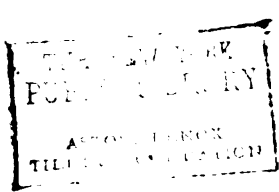
Summe

528

der Tr

entm

fer



Die Schleicher (Reptilia oder Pholidota, auch Sauria im weitesten Sinne genannt) bleiben von allen drei Klassen der Amnionthiere auf der tiefsten Bildungsstufe stehen und entfernen sich am wenigsten von ihren Stammvätern, den Amphibien. Daher wurden sie früher allgemein zu diesen gerechnet, obwohl sie in ihrer ganzen Organisation viel näher den Vögeln als den Amphibien verwandt sind. Gegenwärtig leben von den Reptilien nur noch vier Ordnungen, nämlich die Eidechsen, Schlangen, Krokodile und Schildkröten. Diese bilden aber nur noch einen schwachen Rest von der ungemein mannichfaltig und bedeutend entwickelten Reptilienschaar, welche während der mesolithischen oder Secundärzeit lebte und damals alle anderen Wirbelthierklassen beherrschte. Die ausnehmende Entwicklung der Reptilien während der Secundärzeit ist so charakteristisch, daß wir diese danach eben so gut, wie nach den Gymnospermen benennen konnten (S. 343). Von den 27 Unterordnungen, welche die nachstehende Tabelle Ihnen vorführt, gehören 12, und von den acht Ordnungen gehören vier ausschließlich der Secundärzeit an. Diese mesolithischen Gruppen sind durch ein † bezeichnet. Mit einziger Ausnahme der Schlangen finden sich alle Ordnungen schon im Jura oder der Trias versteinert vor.

In der ersten Ordnung, den Stammreptilien oder Stammschleichern (Toscosauria), fassen wir die ausgestorbenen Fachzähner (Thecodontia) der Triaszeit mit denjenigen Reptilien zusammen, welche wir als die gemeinsame Stammform der ganzen Klasse betrachten können. Zu diesen letzteren, welche wir als Urschleicher (Proreptilia) bezeichnen können, gehört möglicherweise der Proterosaurus des permischen Systems. Die sieben übrigen Ordnungen sind als divergente Zweige aufzufassen, welche sich aus jener gemeinsamen Stammform nach verschiedenen Richtungen hin entwickelt haben. Die Thecodonten der Trias, die einzigen sicher bekannten fossilen Reste von Tocosauriern, waren Eidechsen, welche den heute noch lebenden Monitoren oder Warneidechsen (Monitor, Varanus) ziemlich ähnlich gewesen zu sein scheinen.

Unter den vier Schleicherordnungen, welche gegenwärtig noch leben, und welche schon seit Beginn der Tertiärzeit allein die Klasse vertreten haben, schließen sich die Eidechsen (*Lacertilia*) wahrscheinlich am nächsten an die ausgestorbenen Stammreptilien an, besonders durch die schon genannten Monitoren. Aus einem Zweige der Eidechsenordnung hat sich die Abtheilung der Schlangen (*Ophidia*) entwickelt, und zwar wahrscheinlich erst im Beginn der Tertiärzeit. Wenigstens kennt man versteinerte Schlangen bis jetzt bloß aus tertiären Schichten. Viel früher sind die Krokodile (*Crocodilia*) entstanden, von denen die Teleosaurier und Steneosaurier massenhaft versteinert schon im Jura gefunden werden; die jetzt allein noch lebenden Alligatoren dagegen kommen erst in den Kreide- und Tertiärschichten fossil vor. Am meisten isolirt unter den vier lebenden Reptilienordnungen steht die merkwürdige Gruppe der Schildkröten (*Chelonia*). Diese sonderbaren Thiere kommen zuerst versteinert im Jura vor. Sie nähern sich durch einige Charaktere den Amphibien, durch andere den Krokodilen, und durch gewisse Eigenthümlichkeiten sogar den Vögeln, so daß ihr wahrer Platz im Stammbaum der Reptilien wahrscheinlich tief unten an der Wurzel liegt. Höchst auffallend ist die außerordentliche Aehnlichkeit, welche ihre Embryonen selbst noch in späteren Stadien der Ontogenese mit den Vögeln zeigen (vergl. Taf. II und III).

Die vier ausgestorbenen Reptilienordnungen zeigen unter einander und mit den eben angeführten vier lebenden Ordnungen so mannichfaltige und verwickelte Verwandtschaftsbeziehungen, daß wir bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntniß noch gänzlich auf die Aufstellung eines Stammbaums verzichten müssen. Eine der abweichendsten und merkwürdigsten Formen bilden die berühmten Flugreptilien (*Pterosauria*); fliegende Eidechsen, bei denen der außerordentlich verlängerte fünfte Finger der Hand als Stütze einer gewaltigen Flughaut diente. Sie flogen in der Secundärzeit wahrscheinlich in ähnlicher Weise umher, wie jetzt die Fledermäuse. Die kleinsten Flugeidechsen hatten ungefähr die Größe eines Sperlings.

Systematische Uebersicht

der 8 Ordnungen und 27 Unterordnungen der Reptilien.

(Die mit einem † bezeichneten Gruppen sind schon während der Secundärzeit ausgestorben.)

Ordnungen der Reptilien	Unterordnungen der Reptilien	Systematischer Name der Unterordnungen	Ein Gat- tungsname als Beispiel
I. Stammreptilien Tocosauria †	1. Ur-Schleicher	1. Proreptilia	† (Proterosaurus?)
	2. Furchzähler	2. Thecodontia	† Palaeosaurus
II. Eidechsen Lacertilia	3. Spaltzüngler	3. Fissilingues	Monitor
	4. Dickzüngler	4. Crassilingues	Iguana
	5. Kurzzüngler	5. Brevilingues	Anguis
	6. Ringeidechsen	6. Glyptodermata	Amphisbaena
	7. Chamaeleonen	7. Vermilingues	Chamaeleo
III. Schlangen Ophidia	8. Nattern	8. Aglyphodonta	Coluber
	9. Baumschlangen	9. Opisthoglypha	Dipsas
	10. Giftnattern	10. Proteroglypha	Hydrophis
	11. Ottern	11. Solenoglypha	Vipera
	12. Wurm-schlangen	12. Opoterodonta	Typhlops
IV. Crocodile Crocodylia	13. Amphicoelen	13. Teleosauria	† Teleosaurus
	14. Opisthocelen	14. Steneosauria	† Steneosaurus
	15. Prosthocelen	15. Alligatores	Alligator
V. Schildkröten Chelonia	16. Seeschildkröten	16. Thalassita	Chelone
	17. Flußschildkröten	17. Potamita	Trionyx
	18. Sumpfschildkröten	18. Elodita	Emys
	19. Landschildkröten	19. Chersita	Testudo
VI. Flugreptilien Pterosauria †	20. Langschwänzige Flugeidechsen	20. Rhamphorhynchi	† Rhamphorhynchus
	21. Kurzschwänzige Flugeidechsen	21. Pterodactyli	† Pterodactylus
VII. Drachen Dinosauria †	22. Riesendrachen	22. Harpagosauria	† Megalosaurus
	23. Elefantendrachen	23. Therosauria	† Iguanodon
VIII. Schnabel- reptilien Anomodontia †	24. Hundszähler	24. Cynodontia	† Dicynodon
	25. Fehlzähler	25. Cryptodontia	† Udenodon
	26. Känguruschleicher	26. Hypsosauria	† Compsognathus
	27. Vogelschleicher	27. Tocornithes	† (Tocornis)

Die größten Pterosaurier aber, mit einer Klastertweite der Flügel von mehr als 16 Fuß, übertrafen die größten jetzt lebenden fliegenden Vögel (Condor und Albatros) an Umfang. Ihre versteinerten Reste, die langschwänzigen Rhamphorhynchen und die kurzschwänzigen Pterodactylen, finden sich zahlreich versteinert in allen Schichten der Jura- und Kreidezeit, aber nur in diesen vor.

Nicht minder merkwürdig und für das mesolithische Zeitalter charakteristisch war die Gruppe der Drachen oder Lindwürmer (Dinosauria oder Pachypoda). Diese kolossalen Reptilien, welche eine Länge von mehr als 50 Fuß erreichten, sind die größten Landbewohner, welche jemals unser Erdball getragen hat. Sie lebten ausschließlich in der Secundärzeit. Die meisten Reste derselben finden sich in der unteren Kreide, namentlich in der Wälderformation Englands. Die Mehrzahl waren furchtbare Raubthiere (Megalosaurus von 20—30, Pelorosaurus von 40—60 Fuß Länge). Iguanodon jedoch und einige andere lebten von Pflanzennahrung und spielten in den Wäldern der Kreidezeit wahrscheinlich eine ähnliche Rolle, wie die ebenso schwerfälligen, aber kleineren Elephanten, Flusspferde und Nashörner der Gegenwart.

Vielleicht den Drachen nahe verwandt waren die ebenfalls längst ausgestorbenen Schnabelreptilien (Anomodontia), von denen sich viele merkwürdige Reste in der Trias und im Jura finden. Die Kiefer waren bei ihnen, ähnlich wie bei den meisten Flugreptilien und Schildkröten, zu einem Schnabel umgebildet, der entweder nur verkümmerte Zahnrudimente oder gar keine Zähne mehr trug. In dieser Ordnung (wenn nicht in der vorhergehenden) müssen wir die Stammeltern der Vögelklasse suchen, die wir mit dem Namen der Vogelreptilien (Tocornithes) bezeichnen können. Diesen letzteren wahrscheinlich sehr nahe verwandt war der sonderbare, känguruhähnliche Kompsognathus aus dem Jura, der in sehr wichtigen Charakteren bereits eine Annäherung an den Vogelförperbau zeigt.

Die Klasse der Vögel (Aves) ist, wie schon bemerkt, durch ihren inneren Bau und durch ihre embryonale Entwicklung den

Reptilien so nahe verwandt, daß sie ohne allen Zweifel aus einem Zweige dieser Klasse wirklich ihren Ursprung genommen hat. Wie Ihnen allein schon ein Blick auf Taf. II und III zeigt, sind die Embryonen der Vögel zu einer Zeit, in der sie bereits sehr wesentlich von den Embryonen der Säugethiere verschieden erscheinen, von denen der Schildkröten und anderer Reptilien noch kaum zu unterscheiden. Die Dotterfurchung ist bei den Vögeln und Reptilien partiell, bei den Säugethiere total. Die rothen Blutzellen der ersteren besitzen einen Kern, die der letzteren dagegen nicht. Die Haare der Säugethiere entwickeln sich in geschlossenen Bälgen der Haut, die Federn der Vögel dagegen, ebenso wie die Schuppen der Reptilien, auf Höckern der Haut. Der Unterkiefer der letzteren ist viel verwickelter zusammengesetzt, als derjenige der Säugethiere. Auch fehlt diesen letzteren das Quadratbein der ersteren. Während bei den Säugethiere (wie bei den Amphibien) die Verbindung zwischen dem Schädel und dem ersten Halswirbel durch zwei Gelenkhöcker oder Condylen geschieht, sind diese dagegen bei den Vögeln und Reptilien zu einem einzigen verschmolzen. Man kann die beiden letzteren Klassen daher mit vollem Rechte in einer Gruppe als *Monococondylia* zusammenfassen und dieser die Säugethiere als *Dicocondylia* gegenüber setzen.

Die Abzweigung der Vögel von den Reptilien fand jedenfalls erst während der mesolithischen Zeit, und zwar wahrscheinlich während der Triaszeit statt. Die ältesten fossilen Vogelreste sind im oberen Jura gefunden worden (*Archaeopteryx*). Aber schon in der Triaszeit lebten verschiedene Saurier (*Anomodonten*), die in mehrfacher Hinsicht den Uebergang von den *Tocosauriern* zu den Stammvätern der Vögel, den hypothetischen *Tocornithen*, zu bilden scheinen. Wahrscheinlich waren diese *Tocornithen* von anderen Schnabel-eidechsen im Systeme kaum zu trennen, und namentlich dem längenruhartigen *Compsognathus* aus dem Jura von Solenhofen nächst verwandt. Huxley stellt diesen letzteren zu den *Dinosauriern*, und glaubt, daß diese die nächsten Verwandten der *Tocornithen* seien.

Die große Mehrzahl der Vögel erscheint, trotz aller Mannichsal-

tigkeit in der Färbung des schönen Federkleides und in der Bildung des Schnabels und der Füße, höchst einförmig organisiert, in ähnlicher Weise, wie die Insectenklasse. Den äußeren Existenzbedingungen hat sich die Vogelform auf das Vielfältigste angepasst, ohne dabei irgend wesentlich von dem streng erblichen Typus der charakteristischen inneren Bildung abzuweichen. Nur zwei kleine Gruppen, einerseits die fiederschwänzigen Vögel (*Saururæ*), andererseits die strauchartigen (*Ratitæ*), entfernen sich erheblich von dem gewöhnlichen Vogeltypus, dem der keilbrüstigen (*Carinatae*), und demnach kann man die ganze Klasse in drei Unterklassen einteilen.

Die erste Unterklasse, die reptilienschwänzigen oder fiederschwänzigen Vögel (*Saururæ*) sind bis jetzt bloß durch einen einzigen und noch dazu unvollständigen fossilen Abdruck bekannt, welcher aber als die älteste und dabei sehr eigenthümliche Vogelversteinung eine hohe Bedeutung beansprucht. Das ist der Urgreif oder die *Archaeopteryx lithographica*, welche bis jetzt erst in einem Exemplar in dem lithographischen Schiefer von Solenhofen, im oberen Jura von Baiern, gefunden wurde. Dieser merkwürdige Vogel scheint im Ganzen Größe und Wuchs eines starken Raben gehabt zu haben, namentlich was die wohl erhaltenen Beine betrifft; Kopf und Brust fehlen leider. Die Flügelbildung weicht schon etwas von derjenigen der anderen Vögel ab, noch viel mehr aber der Schwanz. Bei allen übrigen Vögeln ist der Schwanz sehr kurz, aus wenigen kurzen Wirbeln zusammengesetzt. Die letzten derselben sind zu einer dünnen, senkrecht stehenden Knochenplatte verwachsen, an welcher sich die Steuerfedern des Schwanzes fächerförmig ansetzen. Die *Archæopteryx* dagegen hat einen langen Schwanz, wie die Eidechsen, aus zahlreichen (20) langen und dünnen Wirbeln zusammengesetzt, und an jedem Wirbel sitzen zweizeilig ein paar starke Steuerfedern, so daß der ganze Schwanz regelmäßig gefiedert erscheint. Dieselbe Bildung der Schwanzwirbelsäule zeigt sich bei den Embryonen der übrigen Vögel vorübergehend, so daß offenbar der Schwanz der *Archæopteryx* die ursprüngliche, von den Reptilien ererbte Form des

Vogelschwanzes darstellt. Wahrscheinlich lebten ähnliche Vögel mit Eidechsen Schwanz um die mittlere Secundärzeit in großer Menge; der Zufall hat uns aber erst diesen einen Rest bis jetzt enthüllt.

Zu den fächerchwänzigen oder kielbrüstigen Vögeln (Carinatae), welche die zweite Unterklasse bilden, gehören alle jetzt lebenden Vögel, mit Ausnahme der straußartigen oder Ratiten. Sie haben sich wahrscheinlich in der zweiten Hälfte der Secundärzeit, in der Jurazeit oder in der Kreidezeit, aus den fiederschwänzigen durch Verwachsung der hinteren Schwanzwirbel und Verkürzung des Schwanzes entwickelt. Aus der Secundärzeit kennt man von ihnen nur sehr wenige Reste, und zwar nur aus dem letzten Abschnitt derselben, aus der Kreide. Diese Reste gehören einem albatrosartigen Schwimmvogel und einem schnepfenartigen Stelzvogel an. Alle übrigen bis jetzt bekannten versteinerten Vogelreste sind in den Tertiärschichten gefunden.

Die straußartigen oder büschelschwänzigen Vögel (Ratitae), auch Laufvögel (Cursorae) genannt, die dritte und letzte Unterklasse, ist gegenwärtig nur noch durch wenige lebende Arten vertreten, durch den zweizehigen afrikanischen Strauß, den dreizehigen amerikanischen und neuholländischen Strauß, den indischen Casuar, und den vierzehigen Kiwi oder Apteryx von Neuseeland. Auch die ausgestorbenen Riesenvögel von Madagaskar (Meyhornis) und von Neuseeland (Dinornis), welche viel größer waren als die jetzt lebenden größten Strauße, gehören zu dieser Gruppe. Wahrscheinlich sind die straußartigen Vögel durch Abgewöhnung des Fliegens, durch die damit verbundene Rückbildung der Flugmuskeln und des denselben zum Ansaß dienenden Brustbeinkammes, und durch entsprechend stärkere Ausbildung der Hinterbeine zum Laufen, aus einem Zweige der kielbrüstigen Vögel entstanden. Vielleicht sind dieselben jedoch auch, wie Huxley meint, nächste Verwandte der Dinosaurier, und der diesen nahestehenden Reptilien, namentlich des Kompsognathus. Jedenfalls ist die gemeinsame Stammform aller Vögel unter den ausgestorbenen Reptilien zu suchen.

Einundzwanzigster Vortrag.

Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.

IV. Säugethiere.

System der Säugethiere nach Linné und nach Blainville. Drei Unterklassen der Säugethiere (Ornithodelphien, Didelphien, Monodelphien). Ornithodelphien oder Monotremen. Schnabelthiere (Ornithostomen). Didelphien oder Marsupialien. Pflanzensressende und fleischressende Beutelthiere. Monodelphien oder Placentalien (Placentalthiere). Bedeutung der Placenta. Zottenplacentner. Gürtelplacentner. Scheibenplacentner. Decidualose oder Indeciduen. Hufthiere. Unpaarhufer und Paarhufer. Walthiere. Zahnarme. Deciduathiere oder Deciduatn. Halbaffen. Nagethiere. Scheinhufer. Insectenfresser. Raubthiere. Flederthiere. Affen.

Meine Herren! Es gibt nur wenige Ansichten in der Systematik der Organismen, über welche die Naturforscher von jeher einig gewesen sind. Zu diesen wenigen unbestrittenen Punkten gehört die bevorzugte Stellung der Säugethierklasse an der Spitze des Thierreichs. Der Grund dieses Privilegiums liegt theils in dem besondern Interesse, dem mannichfaltigen Nutzen und dem vielen Vergnügen, das in der That die Säugethiere mehr als alle anderen Thiere dem Menschen darbieten, theils und noch mehr aber in dem Umstande, daß der Mensch selbst ein Glied dieser Klasse ist. Denn wie verschiedenartig auch sonst die Stellung des Menschen in der Natur und im System der Thiere beurtheilt worden ist, niemals ist je ein Naturforscher darüber in Zweifel gewesen, daß der Mensch, mindestens rein morphologisch betrachtet, zur Klasse der Säugethiere gehöre.

Daraus folgt aber für uns ohne Weiteres der höchst bedeutende Schluß, daß der Mensch auch seiner Blutsverwandtschaft nach ein Glied dieser Thierklasse ist, und aus längst ausgestorbenen Säugethierformen sich historisch entwickelt hat. Dieser Umstand allein schon wird es rechtfertigen, daß wir hier der Geschichte und dem Stammbaum der Säugethiere unsere besondere Aufmerksamkeit zuwenden. Lassen Sie uns zu diesem Zwecke wieder zunächst das System dieser Thierklasse untersuchen.

Von den älteren Naturforschern wurde die Klasse der Säugethiere mit vorzüglicher Rücksicht auf die Bildung des Gebisses und der Füße in eine Reihe von 8—16 Ordnungen eingetheilt. Auf der tiefsten Stufe dieser Reihe standen die Walfische, welche durch ihre fischähnliche Körpergestalt sich am meisten vom Menschen, der höchsten Stufe zu entfernen schienen. So unterschied Linné folgende acht Ordnungen: 1. Cete (Wale); 2. Belluae (Flußpferde und Pferde); 3. Pecora (Wiederkäuer); 4. Glires (Nagetiere und Nashorn); 5. Bestiae (Insectenfresser, Beuteltiere und verschiedene Andere); 6. Ferae (Raubthiere); 7. Bruta (Zahnarme und Elephanten); 8. Primates (Fledermäuse, Halbaffen, Affen und Menschen). Nicht viel über diese Klassifikation von Linné erhob sich diejenige von Cuvier, welche für die meisten folgenden Zoologen maßgebend wurde. Cuvier unterschied folgende acht Ordnungen: 1. Cetacea (Wale); 2. Ruminantia (Wiederkäuer); 3. Pachyderma (Hufthiere nach Ausschluß der Wiederkäuer); 4. Edentata (Zahnarme); 5. Rodentia (Nagetiere); 6. Carnassia (Beuteltiere, Raubthiere, Insectenfresser und Flederthiere); 7. Quadrumana (Halbaffen und Affen); 8. Bimana (Menschen).

Den bedeutendsten Fortschritt in der Klassifikation der Säugethiere that schon 1816 der ausgezeichnete, bereits vorher erwähnte Anatom Blainville, welcher zuerst mit tiefem Blick die drei natürlichen Hauptgruppen oder Unterlassen der Säugethiere erkannte, und sie nach der Bildung ihrer Fortpflanzungsorgane als Ornithodelphien, Didelphien und Monodelphien unterschied. Da diese

Eintheilung heutzutage mit Recht bei allen wissenschaftlichen Zoologen wegen ihrer tiefen Begründung durch die Entwicklungsgeschichte als die beste gilt, so lassen Sie uns derselben auch hier folgen.

Die erste Unterklasse bilden die Kloakenthiere oder Brustlosen, auch Gabeler oder Gabelthiere genannt (Monotrema oder Ornithodelphia). Sie sind heute nur noch durch zwei lebende Säugethierarten vertreten, die beide auf Neuholland und das benachbarte Bandiemenland beschränkt sind: das wegen seines Vogelschnabels sehr bekannte Wasser schnabelthier (*Ornithorhynchus paradoxus*) und das weniger bekannte, igelähnliche Landschnabelthier (*Echidna hystrix*). Diese beiden seltsamen Thiere, welche man in der Ordnung der Schnabelthiere (*Ornithostoma*) zusammenfaßt, sind offenbar die letzten überlebenden Reste einer vormalis formenreichen Thiergruppe, welche in der älteren Secundärzeit allein die Säugethierklasse vertrat, und aus der sich erst später, wahrscheinlich in der Jurazeit, die zweite Unterklasse, die Didelphien entwickelten. Leider sind uns von dieser ältesten Stammgruppe der Säugethiere, welche wir als Stamm säuger (*Promammalia*) bezeichnen wollen, bis jetzt noch keine fossilen Reste mit voller Sicherheit bekannt. Doch gehören dazu möglicherweise die ältesten bekannten von allen versteinerten Säugethieren, nämlich der *Microlestes antiquus*, von dem man bis jetzt allerdings nur einige kleine Backzähne kennt. Diese sind in den obersten Schichten der Trias, im Keuper, und zwar zuerst (1847) in Deutschland (bei Degerloch unweit Stuttgart), später auch (1858) in England (bei Frome) gefunden worden. Ähnliche Zähne sind neuerdings auch in der nordamerikanischen Trias gefunden und als *Dromatherium sylvestre* beschrieben. Diese merkwürdigen Zähne, aus deren charakteristischer Form man auf ein insectenfressendes Säugethier schließen kann, sind die einzigen Reste von Säugethieren, welche man bis jetzt in den älteren Secundärschichten, in der Trias gefunden hat. Vielleicht gehören aber außer diesen auch noch manche andere, im Jura und in der Kreide gefundene Säugethierzähne, welche jetzt gewöhnlich Beuteltieren zugeschrieben werden, eigentlich Kloaken-

thieren an. Bei dem Mangel der charakteristischen Weichtheile läßt sich dies nicht sicher entscheiden. Jedenfalls müssen dem Auftreten der Beutelthiere zahlreiche, mit entwickeltem Gebiß und mit einer Kloake versehene Gabelthiere vorausgegangen sein.

Die Bezeichnung: „Kloakenthiere“ (Monotrema) im weiteren Sinne haben die Ornithodelphien wegen der Kloake erhalten, durch deren Besitz sie sich von allen übrigen Säugethieren unterscheiden, und dagegen mit den Vögeln, Reptilien, Amphibien, überhaupt mit den niederen Wirbelthieren übereinstimmen. Die Kloakenbildung besteht darin, daß der letzte Abschnitt des Darmkanals die Mündungen des Urogenitalapparats, d. h. der vereinigten Harn- und Geschlechtsorgane aufnimmt, während diese bei allen übrigen Säugethieren (Didelphien sowohl als Monodelphien) getrennt vom Mastdarm ausmünden. Jedoch ist auch bei diesen in der ersten Zeit des Embryolebens die Kloakenbildung vorhanden, und erst später (beim Menschen gegen die zwölfte Woche der Entwicklung) tritt die Trennung der beiden Mündungsöffnungen ein. „Gabelthiere“ hat man die Kloakenthiere auch wohl genannt, weil die vorderen Schlüsselbeine mittelst des Brustbeines mit einander in der Mitte zu einem Knochenstück verwachsen sind, ähnlich dem bekannten „Gabelbein“ der Vögel. Bei den übrigen Säugethieren bleiben die beiden Schlüsselbeine vorn völlig getrennt, und verwachsen nicht mit dem Brustbein. Ebenso sind die hinteren Schlüsselbeine oder Coracoidknochen bei den Gabelthieren viel stärker als bei den übrigen Säugethieren entwickelt und verbinden sich mit dem Brustbein.

Auch in vielen anderen Charakteren, namentlich in der Bildung der inneren Geschlechtsorgane, des Gehörlabyrinthes und des Gehirns, schließen sich die Schnabelthiere näher den übrigen Wirbelthieren als den Säugethieren an, so daß man sie selbst als eine besondere Klasse von diesen hat trennen wollen. Jedoch gebären sie, gleich allen anderen Säugethieren, lebendige Junge, welche eine Zeit lang von der Mutter mit ihrer Milch ernährt werden. Während aber bei allen übrigen die Milch durch die Saugwarzen oder Zitzen der Milchdrüse

entleert wird, fehlen diese den Schnabelthieren gänzlich, und die Milch tritt einfach aus einer ebenen, siebförmig durchlöchernten Hautstelle hervor. Man kann sie daher auch als Brustlose oder Zitzenlose (Amasta) bezeichnen.

Die auffallende Schnabelbildung der beiden noch lebenden Schnabelthiere, welche mit Verkümmern der Zähne verbunden ist, muß offenbar nicht als wesentliches Merkmal der ganzen Unterklasse der Kloakenthiere, sondern als ein zufälliger Anpassungscharakter angesehen werden, welcher die letzten Reste der Klasse von der ausgestorbenen Hauptgruppe ebenso unterscheidet, wie die Bildung eines ähnlichen zahnlosen Rüssels manche Zahnarme (z. B. die Ameisenfresser) vor den übrigen Placentalthieren auszeichnet. Die unbekanntenen ausgestorbenen Stammsäugethiere oder Promammalien, die in der Triaszeit lebten, und von denen die beiden heutigen Schnabelthiere nur einen einzelnen, verkümmerten und einseitig ausgebildeten Ast darstellen, besaßen wahrscheinlich ein sehr entwickeltes Gebiß, gleich den Beutelthieren, die sich zunächst aus ihnen entwickelten.

Die Beutelthiere oder Beutler (*Didelphia* oder *Marsupialia*), die zweite von den drei Unterklassen der Säugethiere, vermittelt in jeder Hinsicht, sowohl in anatomischer und embryologischer, als in genealogischer und historischer Beziehung, den Uebergang zwischen den beiden anderen, den Kloakenthiere und Placentalthieren. Zwar leben von dieser Gruppe noch jetzt zahlreiche Vertreter, namentlich die allbekannten Känguruhs, Beutelratten und Beutelhunde. Allein im Ganzen geht offenbar auch diese Unterklasse, gleich der vorhergehenden, ihrem völligen Aussterben entgegen, und die noch lebenden Glieder derselben sind die letzten überlebenden Reste einer großen und formenreichen Gruppe, welche während der jüngeren Secundärzeit und während der älteren Tertiärzeit vorzugsweise die Säugethierklasse vertrat. Wahrscheinlich haben sich die Beutelthiere um die Mitte der mesolithischen Zeit (während der Juraperiode?) aus einem Zweige der Kloakenthiere entwickelt, und im Beginn der Tertiärzeit ging wiederum aus den Beutelthieren die Gruppe der

Placentalthiere hervor, welcher die ersteren dann bald im Kampfe um's Dasein unterlagen. Alle fossilen Reste von Säugethieren, welche wir aus der Secundärzeit kennen, gehören entweder ausschließlich Beuteltieren, oder (zum Theil vielleicht?) Kloakenthieren an. Damals scheinen Beuteltiere über die ganze Erde verbreitet gewesen zu sein. Selbst in Europa (England, Frankreich) finden wir wohl erhaltene Reste derselben. Dagegen sind die lebten Ausläufer der Unterklasse, welche jetzt noch leben, auf ein sehr enges Verbreitungsgebiet beschränkt, nämlich auf Neuholland, auf den australischen und einen kleinen Theil des asiatischen Archipelagus. Einige wenige Arten leben auch noch in Amerika; hingegen lebt in der Gegenwart kein einziges Beuteltier mehr auf dem Festlande von Asien, Afrika und Europa.

Die Beuteltiere führen ihren Namen von der bei den meisten wohl entwickelten beutelförmigen Tasche (Marsupium), welche sich an der Bauchseite der weiblichen Thiere vorfindet, und in welcher die Mutter ihre Jungen noch eine geraume Zeit lang nach der Geburt umherträgt. Dieser Beutel wird durch zwei charakteristische Beutelknochen gestützt, welche auch den Schnabelthieren zukommen, den Placentalthieren dagegen fehlen. Das junge Beuteltier wird in viel unvollkommenerer Gestalt geboren, als das junge Placentalthier, und erreicht erst, nachdem es einige Zeit im Beutel sich entwickelt hat, denjenigen Grad der Ausbildung, welchen das letztere schon gleich bei seiner Geburt besitzt. Bei dem Riesenkänguruh, welches Mannshöhe erreicht, ist das neugeborene Junge, welches nicht viel über fünf Wochen von der Mutter im Fruchtbehälter getragen wurde, nicht mehr als zolllang, und erreicht seine wesentliche Ausbildung erst nachher in dem Beutel der Mutter, wo es gegen neun Monate, an der Zitze der Milchdrüse festgesaugt, hängen bleibt.

Die verschiedenen Abtheilungen, welche man gewöhnlich als sogenannte Familien in der Unterklasse der Beuteltiere unterscheidet, verdienen eigentlich den Rang von selbstständigen Ordnungen, da sie sich in der mannichfaltigen Differenzirung des Gebisses und der Gliedmaßen in ähnlicher Weise, wenn auch nicht so scharf, von einander

unterscheiden, wie die verschiedenen Ordnungen der Placentalthiere. Zum Theil entsprechen sie den letzteren vollkommen. Offenbar hat die Anpassung an ähnliche Lebensverhältnisse in den beiden Unterklassen der Marsupialien und Placentalien ganz entsprechende oder analoge Umbildungen der ursprünglichen Grundform bewirkt. Man kann in dieser Hinsicht ungefähr acht Ordnungen von Beuteltieren unterscheiden, von denen die eine Hälfte die Hauptgruppe oder Region der pflanzenfressenden, die andere Hälfte die Region der fleischfressenden Marsupialien bildet. Von beiden Regionen finden sich (falls man nicht auch den vorher erwähnten Mikrolestes und das Dromatherium der Trias hierher ziehen will) die ältesten fossilen Reste im Jura vor, und zwar in den Schiefen von Stonesfield, bei Oxford in England. Diese Schiefer gehören der Bathformation oder dem unteren Dolith an, derjenigen Schichtengruppe, welche unmittelbar über dem Lias, der ältesten Jurabildung liegt (vergl. S. 345). Allerdings bestehen die Beuteltierreste, welche in den Schiefen von Stonesfield gefunden wurden, und ebenso diejenigen, welche man später in den Purbeckschichten fand, nur aus Unterkiefen (vergl. S. 358). Allein glücklicherweise gehört gerade der Unterkiefer zu den am meisten charakteristischen Skeletttheilen der Beuteltiere. Er zeichnet sich nämlich durch einen hakenförmigen Fortsatz des nach unten und hinten gekehrten Unterkieferwinkels aus, welcher weder den Placentalthieren, noch den (heute lebenden) Schnabelthieren zukömmt, und wir können aus der Anwesenheit dieses Fortsatzes an den Unterkiefen von Stonesfield schließen, daß sie Beuteltieren angehört haben.

Von den pflanzenfressenden Beuteltieren (Botanophaga) kennt man bis jetzt aus dem Jura nur zwei Versteinerungen, nämlich den *Stereognathus oolithicus* aus den Schiefen von Stonesfield (unterer Dolith) und den *Plagiaulax Becklesii* aus den mittleren Purbeckschichten (oberer Dolith). Dagegen finden sich in Neu-holland riesige versteinerte Reste von ausgestorbenen pflanzenfressenden Beuteltieren der Diluvialzeit (*Diprotodon* und *Nototherium*), welche weit größer als die größten, jetzt noch lebenden Marsupialien waren.

Systematische Uebersicht der Legionen, Ordnungen und Unterordnungen der Säugethiere.

I. Erste Unterklasse der Säugethiere:

Sabler oder Kloakenthiere (Monotrema oder Ornithodelphia).

Säugethiere mit Kloake, ohne Placenta, mit Beutelfnochen.

I. Stamm- hänger Promammalia	{	Unbekannte ausgestorbene Säugethiere der Triaszeit	{	(Microlestes?) (Dromatherium?)
II. Schnabel- thiere Ornithostoma	{	1. Wasser- Schnabelthiere 2. Land- Schnabelthiere	{	1. Ornithorhynchida 2. Echidnida
				1. Ornithorhynchus paradoxus 2. Echidna hystrix

II. Zweite Unterklasse der Säugethiere:

Beutler oder Beuteltiere (Marsupialia oder Didelphia).

Säugethiere ohne Kloake, ohne Placenta, mit Beutelfnochen.

Legionen der Beuteltiere		Ordnungen der Beuteltiere		Systematischer Name der Ordnungen		Familien der Beuteltiere
III. Pflanzen- fressende Beuteltiere Marsupialia Botanophaga	{	1. Fuß- Beuteltiere (Fußbeutler)	{	1. Barypoda	{	1. Stereognathida
		2. Känguruh- Beuteltiere (Springbeutler)		2. Macropoda		2. Nototherida
		3. Wurzelfressende Beuteltiere (Nagebeutler)		3. Rhizophaga		3. Diprotodontia
		4. Früchtfressende Beuteltiere (Kletterbeutler)		4. Carpophaga		4. Plagiulacida
IV. Fleisch- fressende Beuteltiere Marsupialia Zoophaga	{	5. Insecten- fressende Beuteltiere (Urbeutler)	{	5. Cantharophaga	{	5. Halmaturida
		6. Zahnarme Beuteltiere (Rüsselbeutler)		6. Edentula		6. Dendrolagida
		7. Raub- Beuteltiere (Raubbeutler)		7. Creophaga		7. Phascologyda
		8. Affenflüßige Beuteltiere (Sandbeutler)		8. Pedimana		8. Phascolomyida
						9. Phascolartida
						10. Phalangistida
						11. Tarsipedina
						12. Dasyurida
		13. Thylacina				
		14. Thylacoleonida				
		15. Chironectida				
		16. Didelphyida				

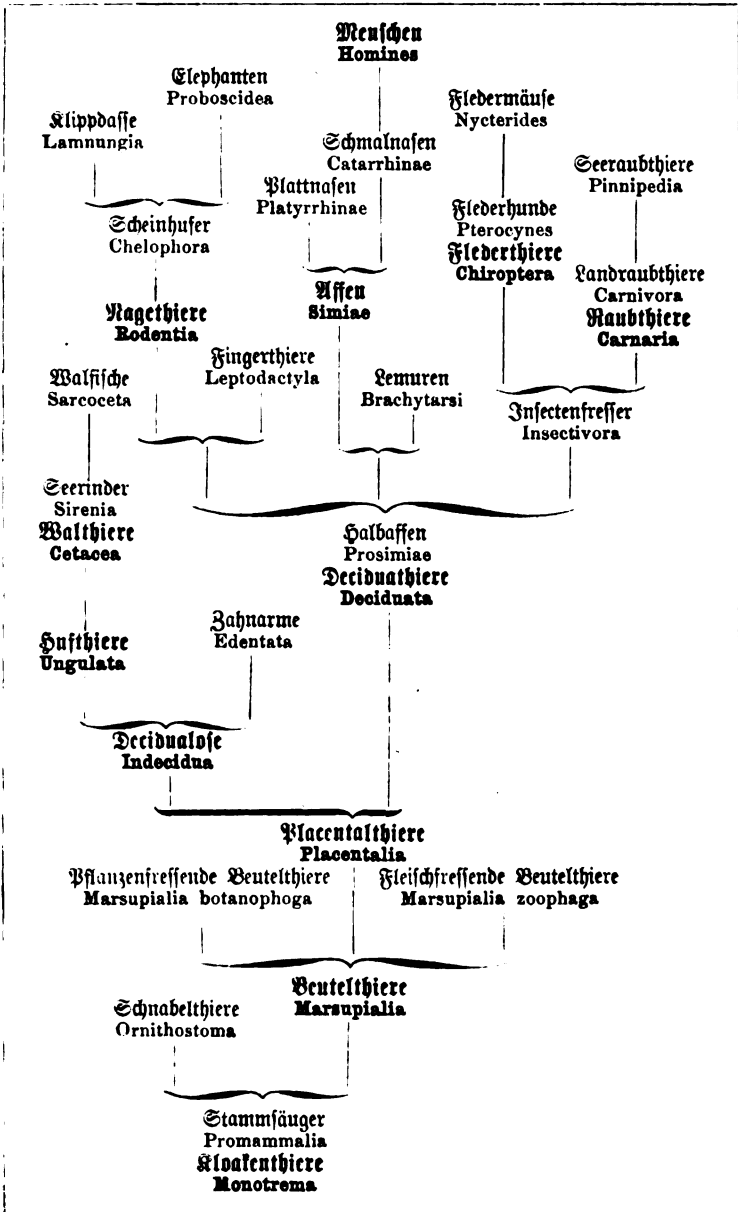
Systematische Uebersicht der Placentalthiere.

III. Dritte Unterklasse der Säugethiere:

Placentner oder Placentalthiere: **Placentalia** oder **Monodophia**.

Säugethiere ohne Kloake, mit Placenta, ohne Beutelnocken.

Legionen der Placentalthiere	Ordnungen der Placentalthiere	Unterordnungen der Placentalthiere	Systematischer Name der Unterordnungen
III, 1. Indocidua. Placentalthiere ohne Decidua.			
V. Säugethiere Ungulata	I. Unpaarhufer <i>Perissodactyla</i>	1. Tapirartige	1. Tapiromorpha
		2. Pferdeartige	2. Solidungula
	II. Paarhufer <i>Artiodactyla</i>	3. Schweineartige	3. Choeromorpha
		4. Wiederkäuer	4. Ruminantia
VI. Walthiere Cetacea	III. Pflanzenwale <i>Phycoceta</i>	5. Meerlinder	5. Sirenia
		IV. Fleischwale <i>Sarcoceta</i>	6. Walfische
VII. Zahnarme Edentata	V. Scharthiere <i>Effodientia</i>	7. Zeuglodonten	7. Zeugloceta
		8. Ameisenfresser	8. Vermilinguia
	VI. Faulthiere <i>Bradypoda</i>	9. Gürtelthiere	9. Cingulata
		10. Riesenfaulthiere	10. Gravigrada
		11. Zwergfaulthiere	11. Tardigrada
III, 2. Decidua. Placentalthiere mit Decidua.			
VIII. Gürtelplacentner Zonoplacentalia	VII. Raubthiere <i>Carnaria</i>	12. Landraubthiere	12. Carnivora
		13. Seeraubthiere	13. Pinnipedia
	VIII. Scheinhufthiere <i>Chelophora</i>	14. Klippdasse	14. Lamnungia
		15. Toxodonten	15. Toxodontia
		16. Dinosaurier	16. Gonyognatha
		17. Elefanten	17. Proboscidea
IX. Scheibenplacentner Discoplacentalia	IX. Halbaffen <i>Prosimiac</i>	18. Fingerthiere	18. Leptodactyla
		19. Pelzflatterer	19. Ptenopleura
		20. Langfüßer	20. Macrotaresi
		21. Kurzfüßer	21. Brachytarsi
	X Nagethiere <i>Rodentia</i>	22. Eichhornartige	22. Sciuromorpha
		23. Mäuseartige	23. Myomorpha
		24. Stachelichweinartige	24. Hystriochomorpha
		25. Hasenartige	25. Lagomorpha
	XI. Insectenfresser <i>Insecticora</i>	26. Blinddarmträger	26. Menotyphla
		27. Blinddarmlose	27. Lipotyphla
	XII. Flederthiere <i>Chiroptera</i>	28. Flederhunde	28. Pterocynnes
		29. Fledermäuse	29. Nycterides
	XIII. Affen <i>Simiac</i>	30. Krallenaffen	30. Arctopithei
		31. Plattnasen	31. Platyrrhini
		32. Schnalnasen	32. Catarrhini



Diprotodon australis, dessen Schädel allein drei Fuß lang ist, übertraf das Flußpferd oder den Hippopotamus, dem es im Ganzen an schwerfälligem und plumpem Körperbau gleich, noch an Größe. Man kann diese ausgestorbene Gruppe, welche wahrscheinlich den riesigen placentalen Huftieren der Gegenwart, den Flußpferden und Rhinoceros, entspricht, wohl als Fußbeutel (Barypoda) bezeichnen. Dessen sehr nahe steht die Ordnung der Känguruhs oder Springbeutel (Macropoda), die Sie alle aus den zoologischen Gärten kennen. Sie entsprechen durch die sehr verkürzten Vorderbeine, die sehr verlängerten Hinterbeine und den sehr starken Schwanz, der als Springstange dient, den Springmäusen unter den Nagethieren. Durch ihr Gebiß erinnern sie dagegen an die Pferde, und durch ihre zusammengesetzte Magenbildung an die Wiederkäuer. Eine dritte Ordnung von pflanzenfressenden Beuteltieren entspricht durch ihr Gebiß den Nagethieren, und durch ihre unterirdische Lebensweise noch besonders den Wühlmäusen. Wir können dieselben daher als Nagebeutel oder wurzelfressende Beuteltiere (Rhizophaga) bezeichnen. Sie sind gegenwärtig nur noch durch das australische Wombat (*Phascolomys*) vertreten. Eine vierte und letzte Ordnung von pflanzenfressenden Beuteltieren endlich bilden die Kletterbeutel oder fruchtessenden Beuteltiere (Carpophaga), welche in ihrer Lebensweise und Gestalt theils den Eichhörchen, theils den Affen entsprechen (*Phalangista*, *Phascolarctus*).

Die zweite Region der Marsupialien, die fleischfressenden Beuteltiere (Zoophaga), zerfallen ebenfalls in vier Hauptgruppen oder Ordnungen. Die älteste von diesen ist die der Urbeutel oder insectenfressenden Beuteltiere (Cantharophaga). Zu dieser gehören wahrscheinlich die Stammformen der ganzen Region, und vielleicht auch der ganzen Unterklasse. Wenigstens gehören alle stonessfelder Unterkiefer (mit Ausnahme des erwähnten *Stereognathus*) insectenfressenden Beuteltieren an, welche in dem jetzt noch lebenden *Myrmecobius* ihren nächsten Verwandten besitzen. Doch war bei einem Theile jeneroolithischen Urbeutel die Zahl der Zähne größer,

als bei allen übrigen bekannten Säugethieren, indem jede Unterlieferhälfte von *Thylacotherium* 16 Zähne enthielt (3 Schneidezähne, 1 Eckzahn, 6 falsche und 6 wahre Backzähne). Wenn in dem unbekanntem Oberliefer eben so viel Zähne saßen, so hatte *Thylacotherium* nicht weniger als 64 Zähne, gerade doppelt so viel als der Mensch. Die Urbeutler entsprechen im Ganzen den Insectenfressern unter den Placentalthieren, zu denen Igel, Maulwurf und Spitzmaus gehören. Eine zweite Ordnung, die sich wahrscheinlich aus einem Zweige der ersteren entwickelt hat, sind die Rüsselbeutler oder zahnarmen Beutelhier (Edentula), welche durch die rüßelförmig verlängerte Schnauze, das verkümmerte Gebiß und die demselben entsprechende Lebensweise an die Zahnarmen oder Edentaten unter den Placentalien, insbesondere an die Ameisenfresser erinnern. Andererseits entsprechen die Raubbeutler oder Raubbeutelhier (*Creophaga*) durch Lebensweise und Bildung des Gebißes den eigentlichen Raubthieren oder Carnivoren unter den Placentalthieren. Es gehören dahin der Beutelmarder (*Dasyurus*) und der Beutelwolf (*Thylacinus*) von Neuholland. Obwohl letzterer die Größe des Wolfes erreicht, ist er doch ein Zwerg gegen die ausgestorbenen Beutellöwen Australiens (*Thylacoleo*), welche mindestens von der Größe des Löwen waren und Reißzähne von mehr als zwei Zoll Länge besaßen. Die achte und letzte Ordnung endlich bilden die Handbeutler oder die affenfüßigen Beutelhier (*Pedimana*), welche sowohl in Australien als in Amerika leben. Sie finden sich häufig in zoologischen Gärten, namentlich verschiedene Arten der Gattung *Didelphys*, unter dem Namen der Beutelratten, Buschratten oder Opossum bekannt. An ihren Hinterfüßen kann der Daumen unmittelbar den vier übrigen Zehen entgegengesetzt werden, wie bei einer Hand, und sie schließen sich dadurch unmittelbar an die Halbaffen oder Prosimien unter den Placentalthieren an. Es wäre möglich, daß diese letzteren wirklich den Handbeutlern nächstverwandt sind und aus längst ausgestorbenen Vorfahren derselben sich entwickelt haben.

Die Genealogie der Beutelhier ist sehr schwierig zu errathen,

vorzüglich deshalb, weil wir die ganze Unterklasse nur höchst unvollständig kennen, und die jetzt lebenden Marsupialien offenbar nur die letzten Reste des früheren Formenreichthums darstellen. Vielleicht haben sich die Handbeutler, Raubbeutler, und Rüsselbeutler als drei divergente Aeste aus der gemeinsamen Stammgruppe der Urbeutler entwickelt. In ähnlicher Weise sind vielleicht andrerseits die Ragenbeutler, Springbeutler und Hufbeutler als drei auseinandergehende Zweige aus der gemeinsamen pflanzenfressenden Stammgruppe, den Kletterbeutlern hervorgegangen. Kletterbeutler aber und Urbeutler könnten zwei divergente Aeste der gemeinsamen Stammformen aller Beuteltiere sein, der Stammbeutler (*Prodidelphia*), welche während der älteren Secundärzeit aus den Kloakenthiereu entstanden.

Die dritte und letzte Unterklasse der Säugethiere bilden die Placentalthiere oder Placentner (*Monodelphia* oder *Placentalia*). Sie ist bei weitem die wichtigste, umfangreichste und vollkommenste von den drei Unterklassen. Denn zu ihr gehören alle bekannten Säugethiere nach Ausschluß der Beuteltiere und Schnabelthiere. Auch der Mensch gehört dieser Unterklasse an und hat sich aus niederen Stufen derselben entwickelt.

Die Placentalthiere unterscheiden sich, wie ihr Name sagt, von den übrigen Säugethiereu vor Allem durch den Besitz eines sogenannten Mutterkuchens oder Aderkuchens (*Placenta*). Das ist ein sehr eigenthümliches und merkwürdiges Organ, welches bei der Ernährung des im Mutterleibe sich entwickelnden Jungen eine höchst wichtige Rolle spielt. Die Placenta oder der Mutterkuchen (auch Nachgeburt genannt) ist ein weicher, schwammiger, rother Körper von sehr verschiedener Form und Größe, welcher zum größten Theile aus einem unentwirrbaren Geflecht von Aderu oder Blutgefäßen besteht. Seine Bedeutung beruht auf dem Stoffaustausch des ernährenden Blutes zwischen dem mütterlichen Fruchthälter oder Uterus und dem Leibe des Keimes oder Embryon (s. oben S. 266). Weder bei den Beuteltiereu, noch bei den Schnabelthiereu ist dieses höchst wichtige Organ entwickelt. Von diesen beiden Unterklassen unterscheiden sich

aber auch außerdem die Placentalthiere noch durch manche andere Eigenthümlichkeiten, so namentlich durch den Mangel der Beutelnknochen, durch die höhere Ausbildung der inneren Geschlechtsorgane und durch die vollkommnere Entwicklung des Gehirns, namentlich des sogenannten Schwielenkörpers oder Balkens (Corpus callosum), welcher als mittlere Commissur oder Querbrücke die beiden Halbkugeln des großen Gehirns mit einander verbindet. Auch fehlt den Placentalien der eigenthümliche Hakenfortsatz des Unterkiefers, welcher die Beuteltiere auszeichnet. Wie in diesen anatomischen Beziehungen die Beuteltiere zwischen den Gabelthieren und Placentalthieren in der Mitte stehen, wird Ihnen am besten durch nachfolgende Zusammenstellung der wichtigsten Charaktere der drei Unterklassen klar werden.

Drei Unterklassen der Säugethiere	Kloakenthiere Monotrema oder Ornithodelphia	Beuteltiere Marsupialia oder Didelphia	Placentalthiere Placentalia oder Monodelphia
1. Kloakenbildung	bleibend	embryonal	embryonal
2. Zitzen der Brustdrüse oder Milchwarzen	fehlend	vorhanden	vorhanden
3. Bordere Schlüsselbeine oder Claviculae in der Mitte mit dem Brustbein zu einem Gabelbein verwachsen	verwachsen	nicht verwachsen	nicht verwachsen
4. Beutelnknochen	vorhanden	vorhanden	fehlend
5. Schwielenkörper des Gehirns	nicht entwickelt	nicht entwickelt	stark entwickelt
6. Placenta oder Mutterluchen	fehlend	fehlend	vorhanden

Die Placentalthiere sind in weit höherem Maasse mannichfaltig differenzirt und vervollkommnet, als die Beuteltiere, und man hat daher dieselben längst in eine Anzahl von Ordnungen gebracht, die sich hauptsächlich durch die Bildung des Gebisses und der Füße unterscheiden. Noch wichtiger aber, als diese, ist die verschiedenartige Ausbildung der Placenta und die Art ihres Zusammenhanges mit dem mütterlichen Fruchtbehälter. Bei den niederen drei Hauptordnungen der Placentalthiere nämlich, bei den Hufthieren, Walthieren und

Zahnarmen, entwickelt sich zwischen dem mütterlichen und kindlichen Theil der Placenta nicht jene eigenthümliche schwammige Haut, welche man als hinfallige Haut oder Decidua bezeichnet. Diese findet sich ausschließlich bei den sieben höher stehenden Ordnungen der Placentalthiere, und wir können diese letzteren daher nach Huxley in der Hauptgruppe der Deciduathiere (Deciduata) vereinigen. Diesen stehen die drei erstgenannten Regionen als Decidua lose (Indecidua) gegenüber.

Die Placenta unterscheidet sich bei den verschiedenen Ordnungen der Placentalthiere aber nicht allein durch die wichtigen inneren Strukturverschiedenheiten, welche mit dem Mangel oder der Abwesenheit einer Decidua verbunden sind, sondern auch durch die äußere Form des Mutterkuchens selbst. Bei den Indeciduen besteht derselbe meistens aus zahlreichen einzelnen, zerstreuten Gefäßknöpfen oder Zotten, und man kann daher diese Gruppe auch als Zottenplacentner (Villiplacentalia) bezeichnen. Bei den Deciduaten dagegen sind die einzelnen Gefäßzotten zu einem zusammenhängenden Kuchen vereinigt, und dieser erscheint in zweierlei verschiedener Gestalt. In den einen nämlich umgiebt er den Embryo in Form eines geschlossenen Gürtels oder Ringes, so daß nur die beiden Pole der länglichrunden Eibläse von Zotten frei bleiben. Das ist der Fall bei den Raubthieren (Carnaria) und den Scheinhüfern (Chelophora), die man deßhalb als Gürtelplacentner (Zonoplacentalia) zusammenfassen kann. In den anderen Deciduathieren dagegen, zu welchen auch der Mensch gehört, bildet die Placenta eine einfache runde Scheibe, und wir nennen sie daher Scheibenplacentner (Discoplacentalia). Das sind die fünf Ordnungen der Halbaffen, Nagethiere, Insectenfresser, Flederthiere und Affen, von welchen letzteren auch der Mensch im zoologischen Systeme nicht zu trennen ist.

Daß die Placentalthiere erst aus den Beutelthieren sich entwickelt haben, darf auf Grund ihrer vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte als ganz sicher angesehen werden, und wahrscheinlich fand diese höchst wichtige Entwicklung, die erste Entstehung der Pla-

centa, erst im Beginn der Tertiärzeit, während der Cocen-Periode, statt. Dagegen gehört zu den schwierigsten Fragen der thierischen Genealogie die wichtige Untersuchung, ob alle Placentalthiere aus einem oder aus mehreren getrennten Zweigen der Beutlergruppe entstanden sind, mit anderen Worten, ob die Entstehung der Placenta einmal oder mehrmal statt hatte. Als ich in meiner generellen Morphologie zum ersten Male den Stammbaum der Säugethiere zu begründen versuchte, zog ich auch hier, wie meistens, die monophyletische oder einwurzelige Descendenzhypothese der polyphyletischen oder vielwurzeligen vor. Ich nahm an, daß alle Placentner von einer einzigen Beuteltierform abstammten, die zum ersten Male eine Placenta zu bilden begann. Dann wären die Villiplacentalien, Zonoplacentalien und Discoplacentalien vielleicht als drei divergente Aeste jener gemeinsamen placentalen Stammform aufzufassen, oder man könnte auch denken, daß die beiden letzteren, die Deciduaten, sich erst später aus den Indeciduen entwickelt hätten, die ihrerseits unmittelbar aus den Beutlern entstanden seien. Jedoch giebt es andrerseits auch gewichtige Gründe für die andere Alternative, daß nämlich mehrere von Anfang verschiedene Placentnergruppen aus mehreren verschiedenen Beutlergruppen entstanden seien, daß also die Placenta selbst sich mehrmals unabhängig von einander gebildet habe. Dies ist unter anderen die Ansicht des ausgezeichnetsten englischen Zoologen, Huxley's. In diesem Falle wären zunächst als zwei ganz getrennte Gruppen die Indeciduen und Deciduaten aufzufassen. Von den Indeciduen wäre möglicherweise die Ordnung der Hufthiere, als die Stammgruppe, aus den pflanzenfressenden Hufbeutlern oder Barypoden entstanden. Unter den Deciduaten dagegen würde vielleicht die Ordnung der Halbaffen, als gemeinsame Stammgruppe der übrigen Ordnungen, aus den Handbeutlern oder Pedimanen entstanden sein. Es wäre aber auch denkbar, daß die Deciduaten selbst wieder aus mehreren verschiedenen Beutler-Ordnungen entstanden seien, die Raubthiere z. B. aus den Raubbeutlern, die Nagethiere aus den Nagebeutlern, die Halbaffen aus den Handbeutlern u. s. w. Da wir zur Zeit noch kein ge-

nügendes Erfahrungsmaterial besitzen, um diese äußerst schwierige Frage zu lösen, so lassen wir dieselbe auf sich beruhen, und wenden uns zur Geschichte der verschiedenen Placentner-Ordnungen, deren Stammbaum sich im Einzelnen oft in großer Vollständigkeit feststellen läßt.

Als die Stammgruppe der Decidualosen oder Zottenplacentner müssen wir, wie schon bemerkt, die Ordnung der Hufthiere (Ungulata) auffassen, aus welcher sich die beiden anderen Ordnungen, Walthiere und Zahnarme, wahrscheinlich erst später als zwei divergente Gruppen durch Anpassung an sehr verschiedene Lebensweise entwickelt haben. Doch sind die Zahnarmen oder Edentaten vielleicht auch ganz anderen Ursprungs.

Die Hufthiere gehören in vieler Beziehung zu den wichtigsten und interessantesten Säugethieren. Sie zeigen deutlich, wie uns das wahre Verständniß der natürlichen Verwandtschaft der Thiere niemals allein aus dem Studium der noch lebenden Formen, sondern stets nur durch gleichmäßige Berücksichtigung ihrer ausgestorbenen und versteinerten Blutsverwandten und Vorfahren erschlossen werden kann. Wenn man in herkömmlicher Weise allein die lebenden Hufthiere berücksichtigt, so erscheint es ganz naturgemäß, dieselben in drei gänzlich verschiedene Ordnungen einzutheilen, nämlich 1, die Pferde oder Einhufer (*Solidungula* oder *Equina*); 2, die Wiederkäuer oder Zweihufer (*Bisulca* oder *Ruminantia*); und 3, die Dickhäuter oder Vielhufer (*Multungula* oder *Pachyderma*). Sobald man aber die ausgestorbenen Hufthiere der Tertiärzeit mit in Betracht zieht, von denen wir sehr zahlreiche und wichtige Reste besitzen, so zeigt sich bald, daß jene Eintheilung, namentlich aber die Begrenzung der Dickhäuter, eine ganz künstliche ist, und daß diese drei Gruppen nur abgeschnittene Aeste des Hufthierstammbaums sind, welche durch ausgestorbene Zwischenformen auf das engste verbunden sind. Die eine Hälfte der Dickhäuter, Nashorn, Tapir und Paläotherien zeigen sich auf das nächste mit den Pferden verwandt, und besitzen gleich diesen unpaarzehige Füße. Die andere Hälfte der Dickhäuter dagegen,

Schweine, Flußpferde und Anoplotherien, sind durch ihre paarzehigen Füße viel enger mit den Wiederkäuern, als mit jenen ersteren verbunden. Wir müssen daher zunächst als zwei natürliche Hauptgruppen unter den Hufthieren die beiden Ordnungen der Paarhufer und der Unpaarhufer unterscheiden, welche sich als zwei divergente Aeste aus der alttertiären Stammgruppe der Stammhufer oder Prochelen entwickelt haben.

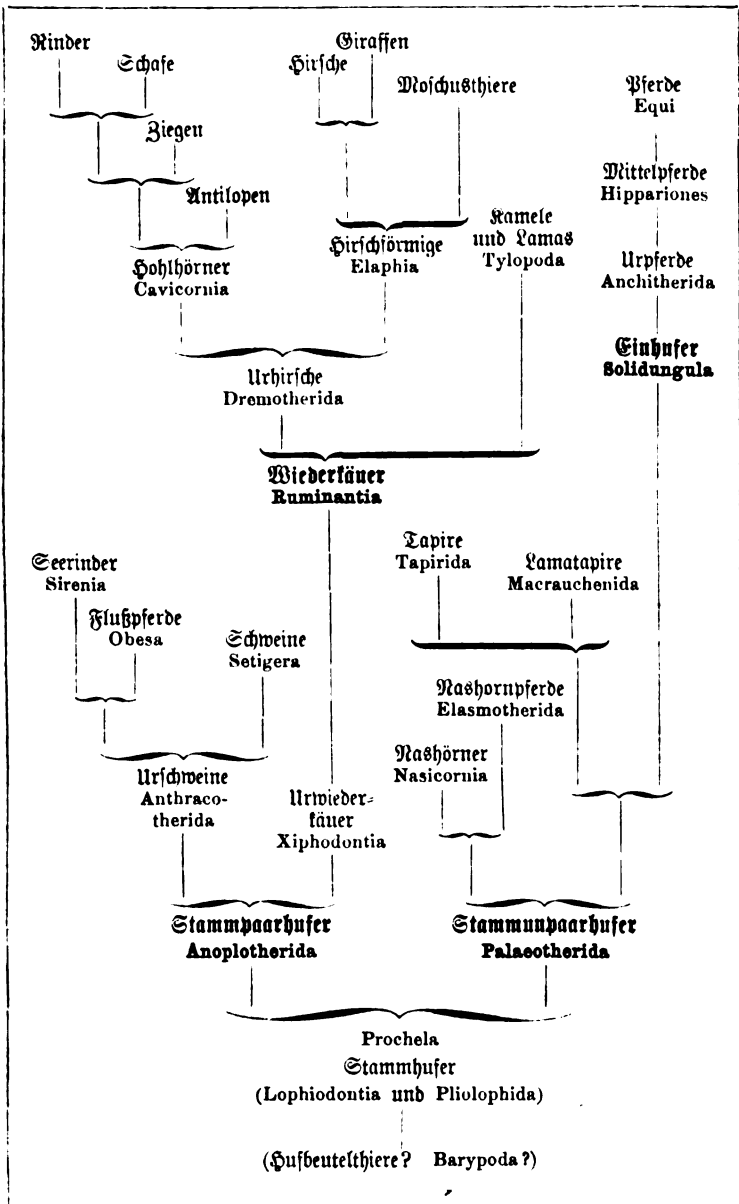
Die Ordnung der Unpaarhufer (*Perissodactyla*) umfaßt diejenigen Ungulaten, bei denen die mittlere (oder dritte) Zehe des Fußes viel stärker als die übrigen entwickelt ist, so daß sie die eigentliche Mitte des Hufes bildet. Es gehört hierher zunächst die uralte gemeinsame Stammgruppe aller Hufthiere, die Stammhufer (*Prochela*), welche schon in den ältesten eocenen Schichten versteinert vorkommen (*Lophiodon*, *Coryphodon*, *Pliolophus*). An diese schließt sich unmittelbar derjenige Zweig derselben an, welcher die eigentliche Stammform der Unpaarhufer ist, die Paläotherien, welche fossil im oberen Eocen und unteren Miocen vorkommen. Aus den Paläotherien haben sich später als zwei divergente Zweige einerseits die Nashörner (*Nasicornia*) und Nashornpferde (*Elasmotherida*), andererseits die Tapire, Samatapire und Urpferde entwickelt. Die längst ausgestorbenen Urpferde oder Anchitherien vermittelten den Uebergang von den Paläotherien und Tapiren zu den Mittelpferden oder Hipparionen, die den noch lebenden echten Pferden schon ganz nahe stehen.

Die zweite Hauptgruppe der Hufthiere, die Ordnung der Paarhufer (*Artiodactyla*) enthält diejenigen Hufthiere, bei denen die mittlere (dritte) und die vierte Zehe des Fußes nahezu gleich stark entwickelt sind, so daß die Theilungsebene zwischen Beiden die Mitte des ganzen Fußes bildet. Sie zerfällt in die beiden Unterordnungen der Schweineförmigen und der Wiederkäuer. Zu den Schweineförmigen (*Choeromorpha*) gehört zunächst der andere Zweig der Stammhufer, die Anoplotherien, welche wir als die gemeinsame Stammform aller Paarhufer oder Artiodactylen betrachten (*Dichobune* etc.).

Systematische Uebersicht der Sectionen und Familien der Huftthiere oder Ungulaten.

(N.B. Die ausgestorbenen Familien sind durch ein † bezeichnet.)

Ordnungen der Huftthiere	Sectionen der Huftthiere	Familien der Huftthiere	Systematischer Name der Familien				
I. Unpaarzehige Huftthiere Ungulata perissodaactyla	I. Stammhufer <i>Prochela</i>	1. Lophiodonten	1. Lophiodontia †				
		2. Pliolophiden	2. Pliolophida †				
		3. Stammunpaarhufer	3. Palaeotherida †				
	II. Tapirförmige <i>Tapiomorpha</i>	4. Lamatapire	4. Macrauchenida †				
		5. Tapire	5. Tapirida				
		6. Nashörner	6. Nasicornia				
		7. Nashornpferde	7. Elasmotherida †				
		8. Urpferde	8. Anchitherida †				
		9. Pferde	9. Equina				
II. Paarzehige Huftthiere Ungulata artiodaactyla	IV. Schweineförmige <i>Choeromorpha</i>	10. Stammpaarhufer	10. Anoplotherida †				
		11. Urschweine	11. Anthracotherida †				
		12. Schweine	12. Setigera				
		13. Flusspferde	13. Obesa				
	V. Wiederkäuer <i>Ruminantia</i>	A. Hirschförmige <i>Elaphia</i>	14. Urwiederkäuer	14. Xiphodontia †			
			a.	15. Urhirsche	15. Dremotherida †		
				16. Scheinmoschusthiere	16. Tragulida		
			b.	17. Moschusthiere	17. Moschida		
				18. Hirsche	18. Cervina		
			c.	19. Urigiraffen	19. Sivatherida †		
				20. Giraffen	20. Devesa		
			B. Hohlhörner <i>Caricornia</i>	d.	21. Urigazellen	21. Antilocaprina †	
					22. Gazellen	22. Antilopina	
					e.	23. Ziegen	23. Caprina
						24. Schafe	24. Ovina
25. Rinder	25. Bovina						
C. Schwielenfüßer <i>Tylopoda</i>	26. Lamas	26. Auchenida					
	27. Kamele	27. Camelida					



Aus den Anoplotheriden entsprangen als zwei divergente Zweige einerseits die Urschweine oder Anthrakotherien, welche zu den Schweinen und Flusspferden, andererseits die Kiphodonten, welche zu den Wiederkäuern hinüberführten. Die ältesten Wiederkäuer (Ruminantia) sind die Urhirsche oder Dremotherien, aus denen vielleicht als drei divergente Zweige die Hirschförmigen (Elaphia), die Hohlhörnigen (Cavicornia) und die Kamele (Tylopoda) sich entwickelt haben. Doch sind die letzteren in mancher Beziehung mehr den Unpaarhufern als den echten Paarhufern verwandt. Wie sich die zahlreichen Familien der Hufthiere dieser genealogischen Hypothese entsprechend gruppieren, zeigt Ihnen vorstehende systematische Uebersicht (S. 554).

Aus Hufthieren, welche sich an das ausschließliche Leben im Wasser gewöhnten, und dadurch fischähnlich umbildeten, ist wahrscheinlich die merkwürdige Legion der Walthiere (Cetacea) entsprungen. Obwohl diese Thiere äußerlich manchen echten Fischen sehr ähnlich erscheinen, sind sie dennoch, wie schon Aristoteles erkannte, echte Säugethiere. Durch ihren gesammten inneren Bau, sofern derselbe nicht durch Anpassung an das Wasserleben verändert ist, stehen sie den Hufthieren von allen übrigen bekannten Säugethieren am nächsten, und theilen namentlich mit ihnen den Mangel der Decidua und die zottenförmige Placenta. Noch heute bildet das Flusspferd (Hippopotamus) eine Art von Uebergangsform zu den Seerindern (Sirenia), und es ist demnach das wahrscheinlichste, daß die ausgestorbenen Stammformen der Cetaceen den heutigen Seerindern am nächsten standen, und sich aus Paarhufern entwickelten, welche dem Flusspferd verwandt waren. Aus der Ordnung der pflanzenfressenden Walthiere (Phycoceta), zu welcher die Seerinder gehören, und welche demnach wahrscheinlich die Stammformen der Legion enthält, scheint sich späterhin die andere Ordnung der fleischfressenden Walthiere (Sarcoceta) entwickelt zu haben. Doch nimmt Huxley an, daß diese letzteren ganz anderen Ursprungs und aus den Raubthieren (zunächst aus den Pinnipedien) entstanden seien. Von den Sarcoceten sind die ausgestorbenen riesigen Zeuglobonten

(Zeugloceta), deren fossile Skelete vor einiger Zeit als angebliche „Seeschlangen“ (Hydrarchus) großes Aufsehen erregten, vermuthlich nur ein eigenthümlich entwickelter Seitenzweig der eigentlichen Wal-fische (Autoceta), zu denen außer den colossalen Bartenwalen auch die Potwale, Delphine, Narwale, Seeschweine u. s. w. gehören.

Die dritte und letzte Region der Indeciduen oder Sparsiplacentalien bildet die seltsame Gruppe der Zahnarmen (Edentata). Sie ist aus den beiden Ordnungen der Scharthiere und der Faulthiere zusammengesetzt. Die Ordnung der Scharthiere (Effodientia) besteht aus den beiden Unterordnungen der Ameisenfresser (Vermilingua), zu denen auch die Schuppenthiere gehören, und der Gürtelthiere (Cingulata), die früher durch die riesigen Glyptodonten vertreten waren. Die Ordnung der Faulthiere (Tardigrada) besteht aus den beiden Unterordnungen der kleinen jetzt noch lebenden Zwergfaulthiere (Bradypoda) und der ausgestorbenen schwerfälligen Riesenfaulthiere (Gravigrada). Die ungeheuren versteinerten Reste dieser colossalen Pflanzenfresser deuten darauf hin, daß die ganze Region im Aussterben begriffen und die heutigen Zahnarmen nur ein dürftiger Rest von den gewaltigen Edentaten der Diluvialzeit sind. Die nahen Beziehungen der noch heute lebenden Edentaten Südamerikas zu den ausgestorbenen Riesenformen, die sich neben jenen in demselben Erdtheil finden, machten auf Darwin bei seinem ersten Besuche Südamerikas einen solchen Eindruck, daß sie schon damals den Grundgedanken der Descendenztheorie in ihm anregten (s. oben S. 119). Uebrigens ist die Genealogie gerade dieser Region sehr schwierig. Vielleicht sind die Edentaten nichts weiter, als ein eigenthümlich entwickelter Seitenzweig der Ungulaten; vielleicht liegt aber auch ihre Wurzel ganz wo anders.

Wir verlassen nun die erste Hauptgruppe der Placentner, die Decidualosen, und wenden uns zur zweiten Hauptgruppe, den Deciduathieren (Deciduata), welche sich von jenen so wesentlich durch den Besitz einer hinsfälligen Haut oder Decidua während des Embryolebens unterscheiden. Hier begegnen wir zuerst einer sehr

merkwürdigen kleinen Thiergruppe, welche zum größten Theile ausgestorben ist, und zu welcher wahrscheinlich die alttertiären (oder eocenen) Vorfahren des Menschen gehört haben. Das sind die Halbaffen oder Lemuren (*Prosimiae*). Diese sonderbaren Thiere sind wahrscheinlich wenig veränderte Nachkommen von der uralten Placentnergruppe, die wir als die gemeinsame Stammform aller Deciduathiere zu betrachten haben. Sie wurden bisher mit den Affen in einer und derselben Ordnung, die Blumenbach als Vierhänder (*Quadrumana*) bezeichnete, vereinigt. Indessen trenne ich sie von diesen gänzlich, nicht allein deshalb, weil sie von allen Affen viel mehr abweichen, als die verschiedensten Affen von einander, sondern auch, weil sie die interessantesten Uebergangsformen zu den übrigen Ordnungen der Deciduaten enthalten. Ich schließe daraus, daß die wenigen jetzt noch lebenden Halbaffen, welche überdies unter sich sehr verschieden sind, die letzten überlebenden Reste von einer fast ausgestorbenen, einstmals formenreichen Stammgruppe darstellen, aus welcher sich alle übrigen Deciduaten (vielleicht mit der einzigen Ausnahme der Raubthiere und der Scheinhuser) als divergente Zweige entwickelt haben. Die alte Stammgruppe der Halbaffen selbst hat sich vermuthlich aus den Handbeutlern oder affenfüßigen Beuteltieren (*Pedimana*) entwickelt, welche in der Umbildung ihrer Hinterfüße zu einer Greifhand ihnen auffallend gleichen. Die uralten (wahrscheinlich in der Eocen-Periode entstandenen) Stammformen selbst sind natürlich längst ausgestorben, ebenso die allermeisten Uebergangsformen zwischen denselben und den übrigen Deciduaten-Ordnungen. Aber einzelne Reste der letzteren haben sich in den heute noch lebenden Halbaffen erhalten. Unter diesen bildet das merkwürdige Fingertier von Madagaskar (*Chiromys madagascariensis*) den Rest der Leptodactylen-Gruppe und den Uebergang zu den Nagethieren. Der seltsame Pelzflatterer der Südsee-Inseln und Sunda-Inseln (*Galeopithecus*), das einzige Ueberbleibsel der Ptenopleuren-Gruppe, ist eine vollkommene Zwischenstufe zwischen den Halbaffen und Flederthieren. Die Langfüßer (*Tarsius*, *Otolienus*)

bilden den letzten Rest desjenigen Stammzweiges (Macrotarsi), aus dem sich die Insectenfresser entwickelten. Die Kurzfüßer endlich (Brachytarsi) vermitteln den Anschluß an die echten Affen. Zu den Kurzfüßern gehören die langschwänzigen Maki (Lemur), und die kurzschwänzigen Indri (Lichanotus) und Lori (Stenops), von denen namentlich die letzteren sich den vermuthlichen Vorfahren des Menschen unter den Halbaffen sehr nahe anzuschließen scheinen. Sowohl die Kurzfüßer als die Langfüßer leben weit zerstreut auf den Inseln des südlichen Asiens und Afrikas, namentlich auf Madagaskar, einige auch auf dem afrikanischen Festlande. Kein Halbaffe ist bisher lebend oder fossil in Amerika gefunden. Alle führen eine einsame, nächtliche Lebensweise und klettern auf Bäumen umher (vergl. S. 321).

Unter den sechs übrigen Deciduatens-Ordnungen, welche wahrscheinlich alle von längst ausgestorbenen Halbaffen abstammen, ist auf der niedrigsten Stufe die formenreiche Ordnung der Nagethiere (Rodentia) stehen geblieben. Unter diesen stehen die Eichhornartigen (Sciuromorpha) den Fingertieren am nächsten. Aus dieser Stammgruppe haben sich wahrscheinlich als zwei divergente Zweige die Mäuseartigen (Myomorpha) und die Stachelschweinartigen (Hystrichomorpha) entwickelt, von denen jene durch eocene Myogiden, diese durch eocene Psammoryctiden unmittelbar mit den Eichhornartigen zusammenhängen. Die vierte Unterordnung, die Hasenartigen (Lagomorpha), haben sich wohl erst später aus einer von jenen drei Unterordnungen entwickelt.

An die Nagethiere schließt sich sehr eng die merkwürdige Ordnung der Scheinhufer (Chelophora) an. Von diesen leben heutzutage nur noch zwei, in Asien und Afrika einheimische Gattungen, nämlich die Elephanten (Elephas) und die Klippdasse (Hyrax). Beide wurden bisher gewöhnlich zu den echten Huftieren oder Ungulaten gestellt, mit denen sie in der Huftbildung der Füße übereinstimmen. Allein eine gleiche Umbildung der ursprünglichen Nägel oder Krallen zu Hufen findet sich auch bei echten Nagethieren, und gerade unter diesen Hufnagethieren (Subungulata), welche ausschließ-

lich Südamerika bewohnen, finden sich neben kleineren Thieren (z. B. Meerschweinchen und Goldhasen) auch die größten aller Nagethiere, die gegen vier Fuß langen Wässerschweine (*Hydrochoerus capybara*). Die Klippdasse, welche auch äußerlich den Nagethieren, namentlich den Hufnagern sehr ähnlich sind, wurden bereits früher von einigen berühmten Zoologen als eine besondere Unterordnung (*Lamnungia*) wirklich zu den Nagethieren gestellt. Dagegen betrachtete man die Elephanten, falls man sie nicht zu den Hufthieren rechnete, gewöhnlich als Vertreter einer besonderen Ordnung, welche man Rüsselthiere (*Proboscidea*) nannte. Nun stimmen aber die Elephanten und Klippdasse merkwürdig in der Bildung ihrer Placenta überein, und entfernen sich dadurch jedenfalls gänzlich von den Hufthieren. Diese letzteren besitzen niemals eine Decidua, während Elephant und Hyrax echte Deciduatoren sind. Allerdings ist die Placenta derselben nicht scheibenförmig, sondern gürtelförmig, wie bei den Raubthieren. Allein es ist leicht möglich, daß sich die gürtelförmige Placenta erst secundär aus der scheibenförmigen entwickelt hat. In diesem Falle könnte man daran denken, daß die Scheinhufer aus einem Zweige der Nagethiere, und ähnlich vielleicht die Raubthiere aus einem Zweige der Insectenfresser sich entwickelt haben. Jedenfalls stehen die Elephanten und die Klippdasse auch in anderen Beziehungen, namentlich in der Bildung wichtiger Skelettheile, der Gliedmaßen u. s. w., den Nagethieren, und namentlich den Hufnagern, näher als den echten Hufthieren. Dazu kommt noch, daß mehrere ausgestorbene Formen, namentlich die merkwürdigen südamerikanischen Pfeilzähner (*Toxodontia*) in mancher Beziehung zwischen Elephanten und Nagethieren in der Mitte stehen. Daß die noch jetzt lebenden Elephanten und Klippdasse nur die letzten Ausläufer von einer einstmalig formenreichen Gruppe von Scheinhufern sind, wird nicht allein durch die sehr zahlreichen versteinerten Arten von Elephant und Mastodon bewiesen (unter denen manche noch größer, manche aber auch viel kleiner, als die jetzt lebenden Elephanten sind), sondern auch durch die merkwürdigen miocenen Di-

notherien (*Gonyognatha*), zwischen denen und den nächstverwandten Elephanten noch eine lange Reihe von unbekanntem verbindenden Zwischenformen liegen muß. Alles zusammengenommen ist heutzutage die wahrscheinlichste von allen Hypothesen, die man sich über die Entstehung und die Verwandtschaft der Elephanten, Dinotherien, Logodonten und Klippdasse bilden kann, daß dieselben die letzten Ueberbleibsel einer formenreichen Gruppe von Scheinhüfern sind, die sich aus den Ragethieren, und zwar wahrscheinlich aus Verwandten der Subungulaten, entwickelt hatte.

Die Ordnung der Insectenfresser (*Insectivora*) ist eine sehr alte Gruppe, welche der gemeinsamen ausgestorbenen Stammform der Deciduat, und also auch den heutigen Halbaffen nächstverwandt ist. Sie hat sich wahrscheinlich aus Halbaffen entwickelt, welche den heute noch lebenden Langfüßern (*Macrotarsi*) nahe standen. Sie spaltet sich in zwei Ordnungen, *Menotyphla* und *Lipotyphla*. Von diesen sind die älteren wahrscheinlich die *Menotyphlen*, welche sich durch den Besitz eines Blinddarms oder Typhlon von den *Lipotyphlen* unterscheiden. Zu den *Menotyphlen* gehören die kletternden Tupajas der Sunda-Inseln und die springenden *Macroscolides* Afrikas. Die *Lipotyphlen* sind bei uns durch die Spitzmäuse, Maulwürfe und Igel vertreten. Durch Gebiß und Lebensweise schließen sich die Insectenfresser mehr den Raubthieren, durch die scheibenförmige Placenta und die großen Samenblasen dagegen mehr den Ragethieren an.

Wahrscheinlich aus einem längst ausgestorbenen Zweige der Insectenfresser hat sich schon im Beginn der Eocen-Zeit die Ordnung der Raubthiere (*Carnaria*) entwickelt. Das ist eine sehr formenreiche, aber doch sehr einheitlich organisirte und natürliche Gruppe. Die Raubthiere werden wohl auch Gürtelplacentner (*Zonoplacentalia*) im engeren Sinne genannt, obwohl eigentlich gleicherweise die Scheinhüfer oder Chelophoren diese Bezeichnung verdienen. Da aber diese letzteren im Uebrigen näher den Ragethieren als den Raubthieren verwandt sind, haben wir sie schon dort besprochen. Die Raubthiere zerfallen in zwei, äußerlich sehr verschiedene, aber innerlich nächst

verwandte Unterordnungen, die Landraubthiere und die Seeraubthiere. Zu den Landraubthieren (Carnivora) gehören die Bären, Hunde, Katzen u. s. w., deren Stammbaum sich mit Hülfe vieler ausgestorbener Zwischenformen annähernd errathen läßt. Zu den Seeraubthieren oder Robben (Pinnipedia) gehören die Seebären, Seehunde, Seelöwen, und als eigenthümlich angepasste Seitenlinie die Walrosse oder Walrobben. Obwohl die Seeraubthiere äußerlich den Landraubthieren sehr unähnlich erscheinen, sind sie denselben dennoch durch ihren inneren Bau, ihr Gebiß und ihre eigenthümliche, gürtelförmige Placenta nächst verwandt und offenbar aus einem Zweige derselben, vermuthlich den Marderartigen (Mustelina) hervorgegangen. Noch heute bilden unter den letzteren die Fischottern (Lutra) und noch mehr die Seeottern (Enhydria) eine unmittelbare Uebergangsform zu den Robben, und zeigen uns deutlich, wie der Körper der Landraubthiere durch Anpassung an das Leben im Wasser robbenähnlich umgebildet wird, und wie aus den Gangbeinen der ersteren die Rudersfloßen der Seeraubthiere entstanden sind. Die letzteren verhalten sich demnach zu den ersteren ganz ähnlich, wie unter den Indeciduen die Walthiere zu den Hufthieren. In gleicher Weise wie das Flußpferd noch heute zwischen den extremen Zweigen der Rinder und der Seerinder in der Mitte steht, bildet die Seeotter noch heute eine übriggebliebene Zwischenstufe zwischen den weit entfernten Zweigen der Hunde und der Seehunde. Hier wie dort hat die gänzliche Umgestaltung der äußeren Körperform, welche durch Anpassung an ganz verschiedene Lebensbedingungen bewirkt wurde, die tiefe Grundlage der erblichen inneren Eigenthümlichkeiten nicht zu verwischen vermocht.

Nach der vorher erwähnten Ansicht von Huxley würden übrigens bloß die pflanzenfressenden Walthiere (Sirenia) von den Hufthieren abstammen, die fleischfressenden Cetaceen (Sarcoceta) dagegen von den Seeraubthieren; zwischen den beiden letzteren sollen die Zeuglonten einen Uebergang herstellen. In diesem Falle würde aber die sehr nahe anatomische Verwandtschaft zwischen den pflanzenfressenden und

fleischfressenden Cetaceen schwer zu begreifen sein. Die sonderbaren Eigenthümlichkeiten, durch welche sich beide Gruppen von den übrigen Säugethiere im inneren und äußeren Bau so auffallend unterscheiden, würden dann bloß als Analogien (durch gleichartige Anpassung bedingt), nicht als Homologien (von einer gemeinsamen Stammform vererbt) aufzufassen sein. Das letztere kommt mir aber wahrscheinlicher vor, und daher habe ich auch alle Cetaceen als eine stammverwandte Gruppe unter den decidualosen stehen lassen.

Ebenso wie die Raubthiere, steht den Insectenfressern sehr nahe die merkwürdige Ordnung der fliegenden Säugethiere oder Flederthiere (Chiroptera). Sie hat sich durch Anpassung an fliegende Lebensweise in ähnlicher Weise auffallend umgebildet, wie die Seeraubthiere durch Anpassung an schwimmende Lebensweise. Wahrscheinlich hat auch diese Ordnung ihre Wurzel in den Halbaffen, mit denen sie noch heute durch die Pelzflatterer (*Galeopithecus*) eng verbunden ist. Von den beiden Unterordnungen der Flederthiere haben sich wahrscheinlich die insectenfressenden oder Fledermäuse (*Nycterides*) erst später aus den fruchtfressenden oder Flederhunden (*Pterocynnes*) entwickelt; denn die letzteren stehen in mancher Beziehung den Halbaffen noch näher als die ersteren.

Als letzte Säugethierordnung hätten wir nun endlich noch die echten Affen (*Simiae*) zu besprechen. Da aber im zoologischen Systeme zu dieser Ordnung auch das Menschengeschlecht gehört, und da dasselbe sich aus einem Zweige dieser Ordnung ohne allen Zweifel historisch entwickelt hat, so wollen wir die genauere Untersuchung ihres Stammbaumes und ihrer Geschichte einem besonderen Vortrage vorbehalten.

Zweiundzwanzigster Vortrag. Ursprung und Stammbaum des Menschen.

Die Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen. Unermeßliche Bedeutung und logische Nothwendigkeit derselben. Stellung des Menschen im natürlichen System der Thiere, insbesondere unter den discoplacentalen Säugethieren. Unberechtigte Trennung der Vierhänder und Zweihänder. Berechtigte Trennung der Halbaffen von den Affen. Stellung des Menschen in der Ordnung der Affen. Schmalnasen (Affen der alten Welt) und Plattnasen (amerikanische Affen). Unterschiede beider Gruppen. Entstehung des Menschen aus Schmalnasen. Menschenaffen oder Anthropoiden. Afrikanische Menschenaffen (Gorilla und Schimpanse). Astatische Menschenaffen (Orang und Gibbon). Vergleichung der verschiedenen Menschenaffen und der verschiedenen Menschenrassen. Uebersicht der Ahnenreihe des Menschen. Wirbellose Ahnen (Prochordaten) und Wirbelthier-Ahnen.

Meine Herren! Von allen einzelnen Fragen, welche durch die Abstammungslehre beantwortet werden, von allen besonderen Folgerungen, die wir aus derselben ziehen müssen, ist keine einzige von solcher Bedeutung, als die Anwendung dieser Lehre auf den Menschen selbst. Wie ich schon im Beginn dieser Vorträge (S. 6) hervorgehoben habe, müssen wir aus dem allgemeinen Inductionsgesetze der Descendenztheorie mit der unerbittlichen Nothwendigkeit strengster Logik den besonderen Deductionsschluß ziehen, daß der Mensch sich aus niederen Wirbelthieren, und zunächst aus affenartigen Säugethieren allmählich und schrittweise entwickelt hat. Daß diese Lehre ein unzertrennlicher Bestandtheil der Abstammungslehre, und somit auch der allgemeinen Entwicklungstheorie überhaupt ist, daß wird

ebenso von allen denkenden Anhängern, wie von allen folgerichtig schließenden Gegnern derselben anerkannt.

Wenn diese Lehre aber wahr ist, so wird die Erkenntniß vom thierischen Ursprung und Stammbaum des Menschengeschlechts nothwendig tiefer, als jeder andere Fortschritt des menschlichen Geistes, in die Beurtheilung aller menschlichen Verhältnisse und zunächst in das Getriebe aller menschlichen Wissenschaften eingreifen. Sie muß früher oder später eine vollständige Umwälzung in der ganzen Weltanschauung der Menschheit hervorbringen. Ich bin der festen Ueberzeugung, daß man in Zukunft diesen unermesslichen Fortschritt in der Erkenntniß als Beginn einer neuen Entwicklungsperiode der Menschheit feiern wird. Er läßt sich nur vergleichen mit dem Schritte des Copernicus, der zum ersten Male klar auszusprechen wagte, daß die Sonne sich nicht um die Erde bewege, sondern die Erde um die Sonne. Ebenso wie durch das Weltssystem des Copernicus und seiner Nachfolger die geocentrische Weltanschauung des Menschen umgestoßen wurde, die falsche Ansicht, daß die Erde der Mittelpunkt der Welt sei, und daß sich die ganze übrige Welt um die Erde drehe, ebenso wird durch die, schon von Lamarck versuchte Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen die anthropocentrische Weltanschauung umgestoßen, der eitle Wahn, daß der Mensch der Mittelpunkt der irdischen Natur und das ganze Getriebe derselben nur dazu da sei, um dem Menschen zu dienen. In gleicher Weise, wie das Weltssystem des Copernicus durch Newton's Gravitationstheorie mechanisch begründet wurde, sehen wir später die Descendenztheorie des Lamarck durch Darwin's Selectionstheorie ihre ursächliche Begründung erlangen. Ich habe diesen in mehrfacher Hinsicht lehrreichen Vergleich in meinen Vorträgen „über die Entstehung und den Stammbaum des Menschengeschlechts“ weiter ausgeführt.

Um nun diese äußerst wichtige Anwendung der Abstammungslehre auf den Menschen mit der unentbehrlichen Unparteilichkeit und Objectivität durchzuführen, muß ich Sie vor Allem bitten, sich (für

kurze Zeit wenigstens) aller hergebrachten und allgemein üblichen Vorstellungen über die „Schöpfung des Menschen“ zu entäußern, und die tief eingewurzelten Vorurtheile abzustreifen, welche uns über diesen Punkt schon in frühester Jugend eingepflanzt werden. Wenn Sie dieß nicht thun, können Sie nicht objectiv das Gewicht der wissenschaftlichen Beweisgründe würdigen, welche ich Ihnen für die thierische Abstammung des Menschen, für seine Entstehung aus affenähnlichen Säugethieren anführen werde. Wir können hierbei nichts besseres thun, als mit Huxley uns vorzustellen, daß wir Bewohner eines anderen Planeten wären, die bei Gelegenheit einer wissenschaftlichen Weltreise auf die Erde gekommen wären, und da ein sonderbares zweibeiniges Säugethier, Mensch genannt, in großer Anzahl über die ganze Erde verbreitet, angetroffen hätten. Um dasselbe zoologisch zu untersuchen, hätten wir eine Anzahl von Individuen derselben, in verschiedenem Alter und aus verschiedenen Ländern, gleich den anderen auf der Erde gesammelten Thieren, in ein großes Faß mit Weingeist gepackt, und nähmen nun nach unserer Rückkehr auf den heimischen Planeten ganz objectiv die vergleichende Anatomie aller dieser erdbewohnenden Thiere vor. Da wir gar kein persönliches Interesse an dem, von uns selbst gänzlich verschiedenen Menschen hätten, so würden wir ihn ebenso unbefangen und objectiv wie die übrigen Thiere der Erde untersuchen und beurtheilen. Dabei würden wir uns selbstverständlich zunächst aller Ansichten und Muthmaßungen über die Natur seiner Seele enthalten oder über die geistige Seite seines Wesens, wie man es gewöhnlich nennt. Wir beschäftigen uns vielmehr zunächst nur mit der körperlichen Seite und derjenigen natürlichen Auffassung derselben, welche uns durch die Entwicklungsgeschichte an die Hand gegeben wird.

Offenbar müssen wir hier zunächst, um die Stellung des Menschen unter den übrigen Organismen der Erde richtig zu bestimmen, wieder den unentbehrlichen Leitfaden des natürlichen Systems in die Hand nehmen. Wir müssen möglichst scharf und genau die Stellung zu bestimmen suchen, welche dem Menschen im natürlichen System der

Thiere zukömmt. Dann können wir, wenn überhaupt die Descendenztheorie richtig ist, aus der Stellung im System wiederum auf die wirkliche Stammverwandtschaft zurückschließen und den Grad der Blutsverwandtschaft bestimmen, durch welchen der Mensch mit den menschenähnlichsten Thieren zusammenhängt. Der hypothetische Stammbaum des Menschengeschlechts wird sich uns dann als das Endresultat dieser vergleichend anatomischen und systematischen Untersuchung ganz von selbst ergeben.

Wenn Sie nun auf Grund der vergleichenden Anatomie und Ontogenie die Stellung des Menschen in dem natürlichen System der Thiere auffuchen, mit welchem wir uns in den beiden letzten Vorträgen beschäftigten, so tritt Ihnen zunächst die unumstößliche Thatsache entgegen, daß der Mensch dem Stamm oder Phylum der Wirbelthiere angehört. Alle körperlichen Eigenthümlichkeiten, durch welche sich alle Wirbelthiere so auffallend von allen Wirbellosen unterscheiden, besitzt auch der Mensch. Eben so wenig ist es jemals zweifelhaft gewesen, daß unter allen Wirbelthieren die Säugthiere dem Menschen am nächsten stehen, und daß er alle charakteristischen Merkmale besitzt, durch welche sich die Säugethiere vor allen übrigen Wirbelthieren auszeichnen. Wenn Sie dann weiterhin die drei verschiedenen Hauptgruppen oder Unterklassen der Säugthiere in's Auge fassen, deren gegenseitiges Verhältniß wir im letzten Vortrage erörterten, so kann nicht der geringste Zweifel darüber obwalten, daß der Mensch zu den Placentalthieren gehört, und alle die wichtigen Eigenthümlichkeiten mit den übrigen Placentalien theilt, durch welche sich diese von den Beutelhieren und von den Kloakenthieren unterscheiden. Endlich ist von den beiden Hauptgruppen der Placentalthiere, Deciduaten und Indeciduen, die Gruppe der Deciduaten zweifelsohne diejenige, welche auch den Menschen umfaßt. Denn der menschliche Embryo entwickelt sich mit einer echten Decidua, und unterscheidet sich dadurch wesentlich von allen Decidualosen. Unter den Deciduathieren haben wir als zwei Regionen die Zonoplacentalien mit gürtelförmiger Placenta (Raubthiere und

Scheinhuser) und die Discoplacentalien mit scheibenförmiger Placenta (alle übrigen Deciduatcn) unterschieden. Der Mensch besitzt eine scheibenförmige Placenta, gleich allen anderen Discoplacentalien, und wir würden nun also zunächst die Frage zu beantworten haben, welche Stellung der Mensch in dieser Gruppe einnimmt.

Im letzten Vortrage hatten wir folgende fünf Ordnungen von Discoplacentalien unterschieden: 1) die Halbaffen; 2) die Nagethiere; 3) die Insectenfresser; 4) die Flederthiere; 5) die Affen. Wie Jeder von Ihnen weiß, steht von diesen fünf Ordnungen die letzte, diejenige der Affen, dem Menschen in jeder körperlichen Beziehung weit näher, als die vier übrigen. Es kann sich daher nur noch um die Frage handeln, ob man im System der Säugethiere den Menschen geradezu in die Ordnung der echten Affen einreihen, oder ob man ihn neben und über denselben als Vertreter einer besonderen sechsten Ordnung der Discoplacentalien betrachten soll.

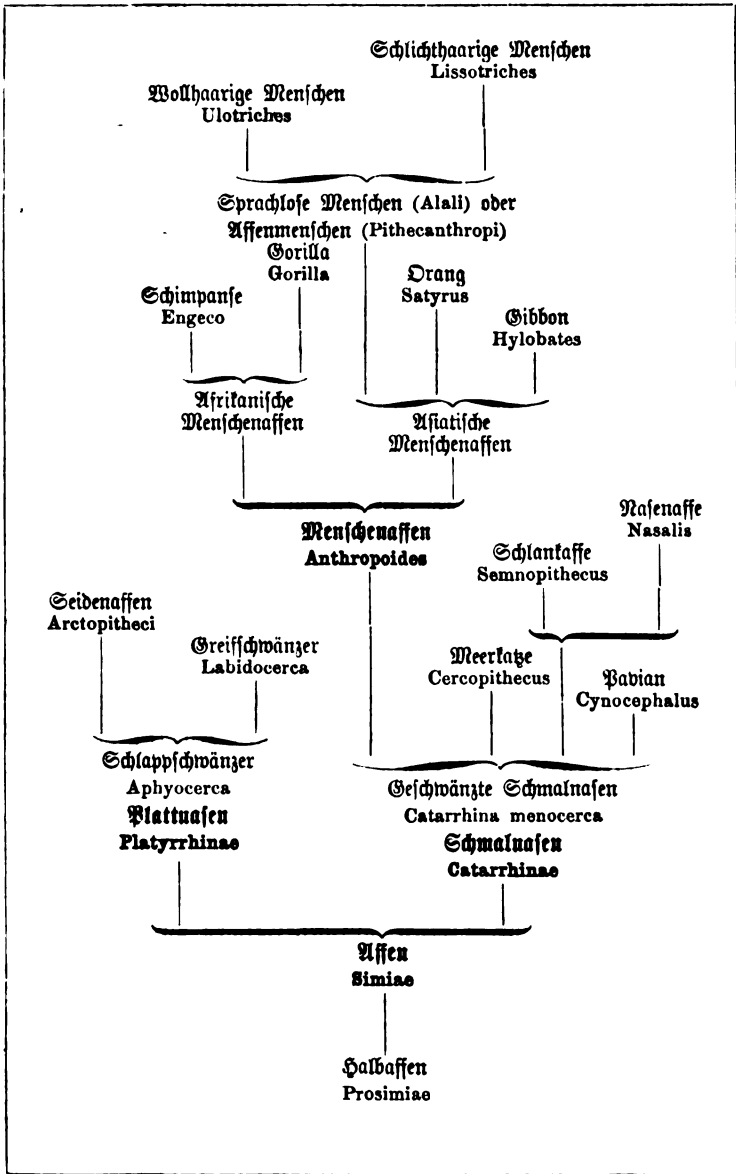
Linné vereinigte in seinem System den Menschen mit den echten Affen, den Halbaffen und den Fledermäusen in einer und derselben Ordnung, welche er Primates nannte, d. h. Oberherrn, gleichsam die höchsten Würdenträger des Thierreichs. Der Göttinger Anatom Blumenbach dagegen trennte den Menschen als eine besondere Ordnung unter dem Namen Bimana oder Zweihänder, indem er ihm die vereinigten Affen und Halbaffen unter dem Namen Quadrumana oder Vierhänder entgegensetzte. Diese Eintheilung wurde auch von Cuvier und demnach von den allermeisten folgenden Zoologen angenommen. Erst 1863 zeigte Huxley in seinen vortrefflichen „Zeugnissen für die Stellung des Menschen in der Natur“²⁶), daß dieselbe auf falschen Ansichten beruhe, und daß die angeblichen „Vierhänder“ (Affen und Halbaffen) eben so gut „Zweihänder“ sind, wie der Mensch selbst. Der Unterschied des Fußes von der Hand beruht nicht auf der physiologischen Eigenthümlichkeit, daß die erste Zehe oder der Daumen den vier übrigen Fingern oder Zehen an der Hand entgegenstellbar ist, am Fuße dagegen nicht. Denn es giebt wilde Völkerstämme, welche die erste oder

große Zehe den vier übrigen am Fuße ebenso gegenüber stellen können, wie an der Hand. Sie können also ihren „Greiffuß“ ebenso gut als eine sogenannte „Hinterhand“ benutzen, wie die Affen. Die chinesischen Bootleute rudern, die bengalischen Handwerker weben mit dieser Hinterhand. Die Neger, bei denen die große Zehe besonders stark und frei beweglich ist, umfassen damit die Zweige, wenn sie auf Bäume klettern, gerade wie die „vierhändigen“ Affen. Ja selbst die neugeborenen Kinder der höchstentwickelten Menschenrassen greifen in den ersten Monaten ihres Lebens noch eben so geschickt mit der „Hinterhand“, wie mit der „Vorderhand“, und halten einen hingereichten Löffel ebenso fest mit der großen Zehe, wie mit dem Daumen! Auf der anderen Seite differenzieren sich aber bei den höheren Affen, namentlich beim Gorilla, Hand und Fuß schon ganz ähnlich wie beim Menschen (vergl. Taf. IV, S. 363).

Der wesentliche Unterschied von Hand und Fuß ist also nicht ein physiologischer, sondern ein morphologischer, und ist durch den charakteristischen Bau des knöchernen Skelets und der sich daran ansetzenden Muskeln bedingt. Die Fußwurzelknochen sind wesentlich anders angeordnet, als die Handwurzelknochen, und der Fuß besitzt drei besondere Muskeln, welche der Hand fehlen (ein kurzer Beugemuskel, ein kurzer Streckmuskel und ein langer Wadenbeinmuskel). In allen diesen Beziehungen verhalten sich die Affen und Halbaffen genau so wie der Mensch, und es war daher vollkommen unrichtig, wenn man den Menschen von den ersteren als eine besondere Ordnung auf Grund seiner stärkeren Differenzierung von Hand und Fuß trennen wollte. Ebenso verhält es sich aber auch mit allen übrigen körperlichen Merkmalen, durch welche man etwa versuchen wollte, den Menschen von den Affen zu trennen, mit der relativen Länge der Gliedmaßen, dem Bau des Schädels, des Gehirns u. s. w. In allen diesen Beziehungen ohne Ausnahme sind die Unterschiede zwischen dem Menschen und den höheren Affen geringer, als die entsprechenden Unterschiede zwischen den höheren und den niederen Affen.

Systematische Uebersicht der Familien und Gattungen der Affen.

Sectionen der Affen	Familien der Affen	Gattungen oder Genera der Affen	Systematischer Name der Genera		
I. Affen der neuen Welt (Hesperopitheci) oder plattnasige Affen (Platyrrhinae).					
A. Platyrrhinen mit Krallen Aotopitheci	I. Seidenaffen <i>Hapalida</i>	1. Pinselfaffe	1. Midas		
		2. Löwenaffe	2. Jacchus		
B. Platyrrhinen mit Kuppenägeln Dysmopitheci	II. Plattnasen ohne Greiffchwanz <i>Aphyocerca</i>	3. Eichhornaffe	3. Chrysothrix		
		4. Springaffe	4. Callithrix		
		5. Nachtaffe	5. Nyctipithecus		
		6. Schweisaffe	6. Pithecia		
		7. Kollaffe	7. Cebus		
		8. Klammeraffe	8. Ateles		
	III. Plattnasen mit Greiffchwanz <i>Labidocerca</i>	9. Wollaffe	9. Lagothrix		
		10. Brillaffe	10. Mycetes		
		II. Affen der alten Welt (Hoopitheci) oder schmalnasige Affen (Catarrhinae).			
		C. Geschwänzte Katarrhinen Menocerca	IV. Geschwänzte Katarrhinen mit Baftentaschen <i>Ascoparea</i>	11. Pavian	11. Cynocephalus
12. Makato	12. Inuus				
13. Meerfaffe	13. Cercopithecus				
V. Geschwänzte Katarrhinen ohne Baftentaschen <i>Anasca</i>	14. Schlantaffe		14. Semnopithecus		
	15. Stummelaffe		15. Colobus		
	16. Nasenaffe		16. Nasalis		
D. Schwanzlose Katarrhinen Lipocerca	VI. Menschenaffen <i>Anthropoides</i>	17. Gibbon	17. Hylobates		
		18. Orang	18. Satyrus		
		19. Schimpanse	19. Engeco		
		20. Gorilla	20. Gorilla		
	VII. Menschen <i>Erecti</i> (<i>Anthropi</i>)	21. Affenmensch oder sprachloser Mensch	21. Pithecanthropus (Alalus)		
		22. Sprechender Mensch	22. Homo		



Auf Grund der sorgfältigsten und genauesten anatomischen Vergleichen kam demnach Huxley zu folgendem, äußerst wichtigem Schlusse: „Wir mögen daher ein System von Organen vornehmen, welches wir wollen, die Vergleichung ihrer Modificationen in der Affenreihe führt uns zu einem und demselben Resultate: daß die anatomischen Verschiedenheiten, welche den Menschen vom Gorilla und Schimpanse scheiden, nicht so groß sind, als die, welche den Gorilla von den niedrigeren Affen trennen“. Demgemäß vereinigt Huxley, streng der systematischen Logik folgend, Menschen, Affen und Halbaffen in einer einzigen Ordnung, Primates, und theilt diese in folgende sieben Familien von ungefähr gleichem systematischem Werthe: 1. Anthropini (der Mensch). 2. Catarrhini (echte Affen der alten Welt). 3. Platyrrhini (echte Affen Amerikas). 4. Arctopithecini (Krallenaffen Amerikas). 5. Lemurini (kurzfüßige und langfüßige Halbaffen, S. 559). 6. Chiromyini (Fingerthiere, S. 558). 7. Galeopithecini (Pelzflatterer, S. 563).

Wenn wir aber das natürliche System und demgemäß den Stammbaum der Primaten ganz naturgemäß auffassen wollen, so müssen wir noch einen Schritt weiter gehen, und die Halbaffen oder Prosimien (die drei letzten Familien Huxley's) gänzlich von den echten Affen oder Simien (den vier ersten Familien) trennen. Denn wie ich schon in meiner generellen Morphologie zeigte, und Ihnen bereits im letzten Vortrage erläuterte, unterscheiden sich die Halbaffen in vielen und wichtigen Beziehungen von den echten Affen und schließen sich in ihren einzelnen Formen vielmehr den verschiedenen anderen Ordnungen der Discoplacentalien an. Die Halbaffen sind daher wahrscheinlich als Reste der gemeinsamen Stammgruppe zu betrachten, aus welcher sich die anderen Ordnungen der Discoplacentalien, und vielleicht alle Deciduaten, als divergente Zweige entwickelt haben. (Gen. Morph. II, S. CXLVIII und CLIII.) Der Mensch aber kann nicht von der Ordnung der echten Affen oder Simien getrennt werden, da er den höheren echten Affen in jeder Beziehung näher steht, als diese den niederen echten Affen.

Die echten Affen (*Simiae*) werden allgemein in zwei ganz natürliche Hauptgruppen getheilt, nämlich in die Affen der neuen Welt (amerikanische Affen) und in die Affen der alten Welt, welche in Asien und Afrika einheimisch sind, und früher auch in Europa vertreten waren. Diese beiden Abtheilungen unterscheiden sich namentlich in der Bildung der Nase und man hat sie darnach benannt. Die amerikanischen Affen haben plattgedrückte Nasen, so daß die Nasenlöcher nach außen stehen, nicht nach unten; sie heißen deshalb Plattnasen (*Platyrrhinae*). Dagegen haben die Affen der alten Welt eine schmale Nasenscheidewand und die Nasenlöcher sehen nach unten, wie beim Menschen; man nennt sie deshalb Schmalnasen (*Catarrhinae*). Ferner ist das Gebiß, welches bekanntlich bei der Klassifikation der Säugethiere eine hervorragende Rolle spielt, bei beiden Gruppen charakteristisch verschieden. Alle Katarrhinen oder Affen der alten Welt haben ganz dasselbe Gebiß, wie der Mensch, nämlich in jedem Kiefer, oben und unten, vier Schneidezähne, dann jederseits einen Eckzahn und fünf Backzähne, von denen zwei Lückenzähne und drei Mahlzähne sind, zusammen 32 Zähne. Dagegen alle Affen der neuen Welt, alle *Platyrrhinen*, besitzen vier Backzähne mehr, nämlich drei Lückenzähne und drei Mahlzähne jederseits oben und unten. Sie haben also zusammen 36 Zähne. Nur eine kleine Gruppe bildet davon eine Ausnahme, nämlich die Krallenaffen (*Arctopithecii*), bei denen der dritte Mahlzahn verkümmert, und die demnach in jeder Kieferhälfte drei Lückenzähne und zwei Mahlzähne haben. Sie unterscheiden sich von den übrigen *Platyrrhinen* auch dadurch, daß sie an den Fingern der Hände und den Zehen der Füße Krallen tragen, und keine Nägel, wie der Mensch und die übrigen Affen. Diese kleine Gruppe südamerikanischer Affen, zu welcher unter anderen die bekannten niedlichen Pinseläffchen (*Midas*) und Löwenäffchen (*Jacchus*) gehören, ist wohl nur als ein eigenthümlich entwickelter Seitenzweig der *Platyrrhinen* aufzufassen.

Fragen wir nun, welche Resultate aus diesem System der Affen für den Stammbaum derselben folgen, so ergibt sich daraus unmit-

telbar, daß sich alle Affen der neuen Welt aus einem Stamme entwickelt haben, weil sie alle das charakteristische Gebiß und die Nasenbildung der Platyrrhinen besitzen. Ebenso folgt daraus, daß alle Affen der alten Welt abstammen müssen von einer und derselben gemeinschaftlichen Stammform, welche die Nasenbildung und das Gebiß aller jetzt lebenden Katarrhinen besaß. Ferner kann es kaum zweifelhaft sein, daß die Affen der neuen Welt, als ganzer Stamm genommen, entweder von denen der alten Welt abstammen, oder (unbestimmter und vorsichtiger ausgedrückt) daß Beide divergente Aeste eines und desselben Affenstammes sind. Für die Abstammung des Menschen folgt hieraus der unendlich wichtige Schluß, welcher auch für die Verbreitung des Menschen auf der Erdoberfläche die größte Bedeutung besitzt, daß der Mensch sich aus den Katarrhinen entwickelt hat. Denn wir sind nicht im Stande, einen zoologischen Charakter aufzufinden, der den Menschen von den nächstverwandten Affen der alten Welt in einem höheren Grade unterscheidet, als die entferntesten Formen dieser Gruppe unter sich verschieden sind. Es ist dies das wichtigste Resultat der sehr genauen vergleichend-anatomischen Untersuchungen Huxley's, welches nicht genug berücksichtigt werden kann. In jeder Beziehung sind die anatomischen Unterschiede zwischen dem Menschen und den menschenähnlichsten Katarrhinen (Orang, Gorilla, Schimpanse) geringer, als die anatomischen Unterschiede zwischen diesen und den niedrigsten, tiefst stehenden Katarrhinen, insbesondere den hundeähnlichen Pavianen. Dieses höchst bedeutsame Resultat ergibt sich aus einer unbefangenen anatomischen Vergleichung der verschiedenen Formen von Katarrhinen als unzweifelhaft.

Wenn wir also überhaupt, der Descendenztheorie entsprechend, das natürliche System der Thiere als Leitfaden unserer Betrachtung anerkennen, und darauf unseren Stammbaum begründen, so müssen wir nothwendig zu dem unabweislichen Schlusse kommen, daß das Menschengeschlecht ein Aestchen der Katarrhinengruppe ist, und sich aus längst ausgestorbenen Affen dieser Gruppe in der alten Welt entwickelt hat. Einige An-

hänger der Descendenztheorie haben gemeint, daß die amerikanischen Menschen sich unabhängig von denen der alten Welt aus amerikanischen Affen entwickelt hätten. Diese Hypothese halte ich für ganz irrig. Denn die völlige Uebereinstimmung aller Menschen mit den Katarrhinen in Bezug auf die charakteristische Bildung der Nase und des Gebisses beweist deutlich, daß sie eines Ursprungs sind, und sich aus einer gemeinsamen Wurzel erst entwickelt haben, nachdem die Platyrrhinen oder amerikanischen Affen sich bereits von dieser abgezweigt hatten. Die amerikanischen Ureinwohner sind vielmehr, wie auch zahlreiche ethnographische Thatfachen beweisen, aus Asien, und theilweise vielleicht auch aus Polynesien (oder selbst aus Europa) eingewandert.

Einer genaueren Feststellung des menschlichen Stammbaums stehen gegenwärtig noch große Schwierigkeiten entgegen. Nur das läßt sich noch weiterhin behaupten, daß die nächsten Stammeltern des Menschengeschlechts schwanzlose Katarrhinen (*Lipocerca*) waren, ähnlich den heute noch lebenden Menschenaffen, die sich offenbar erst später aus den geschwänzten Katarrhinen (*Meno-cerca*), als der ursprünglicheren Affenform, entwickelt haben. Von jenen schwanzlosen Katarrhinen, die jetzt auch häufig Menschenaffen oder Anthropoiden genannt werden, leben heutzutage noch vier verschiedene Gattungen mit ungefähr einem Duzend verschiedener Arten. Der größte Menschenaffe ist der berühmte Gorilla (*Gorilla engena* oder *Pongo gorilla* genannt), welcher in der Tropenzone des westlichen Afrika einheimisch ist und am Flusse Gaboon erst 1847 von dem Missionär Savage entdeckt wurde. Diesem schließt sich als nächster Verwandter der längst bekannte Schimpanse an (*Engeco troglodytes* oder *Pongo troglodytes*), ebenfalls im westlichen Afrika einheimisch, aber bedeutend kleiner als der Gorilla, welcher den Menschen an Größe und Stärke übertrifft. Der dritte von den drei großen menschenähnlichen Affen ist der auf Borneo und anderen Sunda-Inseln einheimische Orang oder Orang-Utang, von welchem man neuerdings zwei nahe verwandte Arten unterscheidet,

den großen Orang (*Satyrus orang* oder *Pithecus satyrus*) und den kleinen Orang (*Satyrus morio* oder *Pithecus morio*). Endlich lebt noch im südlichen Asien die Gattung Gibbon (*Hylobates*), von welcher man 4—8 verschiedene Arten unterscheidet. Sie sind bedeutend kleiner als die drei erstgenannten Anthropoiden und entfernen sich in den meisten Merkmalen schon weiter vom Menschen.

Die schwanzlosen Menschenaffen haben neuerdings, namentlich seit der genaueren Bekanntschaft mit dem Gorilla und seit ihrer Verknüpfung mit der Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen ein so allgemeines Interesse erregt, und eine solche Fluth von Schriften hervorgerufen, daß ich hier keine Veranlassung finde, näher auf dieselben einzugehen. Was ihre Beziehungen zum Menschen betrifft, so finden Sie dieselben in den trefflichen Schriften von Huxley²⁶), Carl Vogt²⁷), Büchner²⁸) und Rolle²⁹) ausführlich erörtert. Ich beschränke mich daher auf die Mittheilung des wichtigsten allgemeinen Resultates, welches ihre allseitige Vergleichung mit dem Menschen ergeben hat, daß nämlich jeder von den vier Menschenaffen dem Menschen in einer oder einigen Beziehungen näher steht, als die übrigen, daß aber keiner als der absolut in jeder Beziehung menschenähnlichste bezeichnet werden kann. Der Orang steht dem Menschen am nächsten in Bezug auf die Gehirnbildung, der Schimpanse durch wichtige Eigenthümlichkeiten der Schädelbildung, der Gorilla hinsichtlich der Ausbildung der Füße und Hände, und der Gibbon endlich in der Bildung des Brustkastens.

Es ergibt sich also aus der sorgfältigen vergleichenden Anatomie der Anthropoiden ein ganz ähnliches Resultat, wie es Weißbach aus der statistischen Zusammenstellung und denkenden Vergleichung der sehr zahlreichen und sorgfältigen Körpermessungen erhalten hat, die Scherzer und Schwarz während der Reise der österreichischen Fregatte Novara um die Erde an Individuen verschiedener Menschenrassen angestellt haben. Weißbach faßt das Endresultat seiner gründlichen Untersuchungen in folgenden Worten zusammen: „Die Affenähnlichkeit des Menschen concentrirt sich keineswegs bei

einem oder dem anderen Volke, sondern vertheilt sich derart auf die einzelnen Körperabschnitte bei den verschiedenen Völkern, daß jedes mit irgend einem Erbstücke dieser Verwandtschaft, freilich daß eine mehr, daß andere weniger bedacht ist, und selbst wir Europäer durchaus nicht beanspruchen dürfen, dieser Verwandtschaft vollständig fremd zu sein“. (Novara-Reise, Anthropholog. Theil).

Ausdrücklich will ich hier noch hervorheben, was eigentlich freilich selbstverständlich ist, daß kein einziger von allen jetzt lebenden Affen, und also auch keiner von den genannten Menschenaffen der Stammvater des Menschengeschlechts sein kann. Von denkenden Anhängern der Descendenztheorie ist diese Meinung auch niemals behauptet, wohl aber von ihren gedankenlosen Gegnern ihnen untergeschoben worden. Die affenartigen Stammeltern des Menschengeschlechts sind längst ausgestorben. Vielleicht werden wir ihre versteinerten Gebeine noch dereinst theilweis in Tertiärgesteinen des südlichen Asiens oder Africas auffinden. Jedenfalls werden dieselben im zoologischen System in der Gruppe der schwanzlosen Schmalnasen (*Catarrhina lipocerca*) oder Anthropoiden untergebracht werden müssen.

Die genealogischen Hypothesen, zu welchen uns die Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen in den letzten Vorträgen bis hierher geführt hat, ergeben sich für jeden klar und consequent denkenden Menschen unmittelbar aus den Thatsachen der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie. Natürlich kann unsere Phylogenie nur ganz im Allgemeinen die Grundzüge des menschlichen Stammbaums andeuten, und sie läuft um so mehr Gefahr des Irrthums, je strenger sie im Einzelnen auf die uns bekannten besonderen Thierformen bezogen wird. Indessen lassen sich doch schon jetzt mindestens die nachstehend aufgeführten zweiundzwanzig Ahnenstufen des Menschen mit annähernder Sicherheit unterscheiden. Von diesen gehören vierzehn Stufen zu den Wirbelthieren (*Vertebrata*), acht Stufen zu den wirbellosen Vorfahren des Menschen (*Prochordata*).

Thierische Vorfahrenkette oder Ahnreihe des Menschen.

(Vergl. den XX. und XXI. Vortrag, sowie Taf. XIV und S. 352).

Erste Hälfte der menschlichen Vorfahrenkette:

Wirbellose Ahnen des Menschen (Prochordata).

Erste Stufe: **Moneren (Monera.)**

Die ältesten Vorfahren des Menschen wie aller anderen Organismen waren lebende Wesen der denkbar einfachsten Art, Organismen ohne Organe, gleich den heute noch lebenden Moneren. Sie bestanden aus einem ganz einfachen, durch und durch gleichartigen, structurlosen und formlosen Klümpchen einer schleimartigen oder eiweißartigen Materie (Protoplasma), wie die heute noch lebende *Protamoeba primitiva* (vergl. S. 167, Fig. 1). Der Formwerth dieser ältesten menschlichen Urahnen war noch nicht einmal demjenigen einer Zelle gleich, sondern nur einer Cytode (vergl. S. 308). Denn wie bei allen Moneren war das Protoplasma-Stückchen noch ohne Zellkern. Die ersten von diesen Moneren entstanden im Beginn der laurentischen Periode durch Urzeugung oder Archigonie aus sogenannten „anorganischen Verbindungen“, aus einfachen Verbindungen von Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff. Die Annahme einer solchen Urzeugung, einer mechanischen Entstehung der ersten Organismen aus anorganischer Materie, haben wir im dreizehnten Vortrage als eine nothwendige Hypothese nachgewiesen (vergl. S. 301). Den directen, auf das biogenetische Grundgesetz (S. 361) gestützten Beweis für die frühere Existenz dieser ältesten Ahnenstufe liefert möglicherweise noch heute der Umstand,

daß nach den Angaben mehrerer Beobachter im Beginn der Ei-Entwicklung der Zellkern verschwinden und somit die Eizelle auf die niedere Stufe der Cytode zurücksinken soll (Rückschlag der kernhaltigen Plastide in die kernlose). Aus den wichtigsten allgemeinen Gründen aber ist die Annahme dieser ersten Stufe nothwendig.

Zweite Stufe: Amoeben (*Amoebae*).

Die zweite Ahnenstufe des Menschen, wie aller höheren Thiere und Pflanzen, wird durch eine einfache Zelle gebildet, d. h. ein Stückchen Protoplasma, das einen Kern umschließt. Aehnliche „einzellige Organismen“ leben noch heute in großer Menge. Unter diesen werden die gewöhnlichen, einfachen Amoeben (S. 169, Fig. 2) von jenen Urahren nicht wesentlich verschieden gewesen sein. Der Formwerth jeder Amoebe ist wesentlich gleich demjenigen, welchen das Ei des Menschen, wie das Ei aller anderen Thiere, noch heute besitzt (vergl. S. 170, Fig. 3). Die nackten Eizellen der Schwämme, welche ganz wie Amoeben umherkriechen, sind von diesen nicht zu unterscheiden. Die Eizelle des Menschen, welche gleich der der meisten anderen Thiere von einer Membran umschlossen ist, gleicht einer eingekapselten Amoebe. Die ersten einzelligen Thiere dieser Art entstanden aus Moneren durch Differenzirung des inneren Kerns und des äußeren Protoplasma, und lebten schon in früher Primordialzeit. Den unumstößlichen Beweis, daß solche einzellige Urthiere als directe Vorfahren des Menschen wirklich existirten, liefert gemäß des biogenetischen Grundgesetzes (S. 276) die Thatsache, daß das Ei des Menschen weiter nichts als eine einfache Zelle ist.

Dritte Stufe: Synamoeben (*Synamoebae*).

Um uns von der Organisation derjenigen Vorfahren des Menschen, die sich zunächst aus den einzelligen Urthieren entwickelten, eine ungefähre Vorstellung zu machen, müssen wir diejenigen Veränderungen verfolgen, welche das menschliche Ei im Beginn der in-

dividuellen Entwicklung erleidet. Gerade hier leitet uns die Ontogenese mit größter Sicherheit auf die Spur der Phylogenese. Nun haben wir schon früher gesehen, daß das Ei des Menschen (ebenso wie das aller anderen Säugethiere) nach erfolgter Befruchtung durch wiederholte Selbsttheilung in einen Haufen von einfachen und gleichartigen, amoebenähnlichen Zellen zerfällt (S. 170, Fig. 4D). Alle diese „Furchungskugeln“ sind anfänglich einander ganz gleich, ohne Hülle, nackte, kernhaltige Zellen. Bei vielen Thieren führen dieselben Bewegungen nach Art der Amoeben aus. Dieser ontogenetische Entwicklungszustand führt den sicheren Beweis, daß in früher Primordialzeit Vorfahren des Menschen existirten, welche den Formwerth eines Haufens von gleichartigen, locker verbundenen Zellen besaßen. Man kann dieselben als Amoeben-Gemeinden (Synamoebae) bezeichnen (vergl. S. 444). Sie entstanden aus den einzelligen Urthieren der zweiten Stufe durch wiederholte Selbsttheilung und bleibende Vereinigung dieser Theilungsproducte.

Vierte Stufe: Flimmerschwärmer (Planulata).

Aus den Synamoeben der dritten Stufe entwickelt sich im Laufe der Ontogenese bei den meisten niederen Thieren, und namentlich auch bei dem niedersten Wirbelthiere, dem Lanzettthiere oder Amphioxus, zunächst eine Flimmerlarve oder ein Flimmerschwärmer (Planula). Diejenigen Zellen nämlich, welche an der Oberfläche des gleichartigen Zellenhaufens der Synamoebe liegen, strecken haarfeine Fortsätze oder Flimmerhaare aus, welche sich schlagend im Wasser bewegen, und dadurch den ganzen Körper rotirend umhertreiben. So erscheint nun der rundliche vielzellige Körper bereits differenzirt, indem sich die äußere Flimmerzellendecke von den nicht flimmernden Zellen im Innern der Synamoebe unterscheidet. Beim Menschen und bei allen anderen Wirbelthieren (mit Ausnahme des Amphioxus), ebenso bei allen Arthropoden, ist dieser Zustand der Flimmerlarve im Laufe der Zeit durch abgekürzte Vererbung verloren gegangen. Den sicheren Beweis aber, daß in früher Pri-

primordialzeit Vorfahren des Menschen von dem Formwerth einer solchen Flimmerlarve existirten, liefert der Amphioxus, welcher einerseits dem Menschen blutsverwandt ist, andererseits aber noch das Stadium der Planula bis heute conservirt hat. Protozoen, welche noch heute in annähernd ähnlichem Zustande verharren, sind die Opalinen (S. 444) und die Magosphären (S. 383, Fig. 12).

Fünfte Stufe: Infusionsthier (Infusoria).

Wenn man die individuelle Entwicklung der Flimmerschwärmer (Planula) bei niederen Thieren und beim Amphioxus weiter verfolgt, so bemerkt man gewöhnlich zunächst die Bildung einer Grube oder Einstülpung an einer Stelle der äußeren Körperoberfläche. Diese Grube vertieft sich allmählich zu einem blinden Rohre, der ersten Anlage des Darmcanals. Die einzige Oeffnung desselben ist zugleich Mund und After. Der Flimmerschwärmer auf diesem Stadium läßt sich mit manchen Formen der bewimperten Infusionsthier (Infusoria ciliata) vergleichen (vergl. S. 444 und 462). Ähnliche Flimmerschwärmer mit einfachem Darmcanal müssen schon während der älteren Primordialzeit existirt und unter ihnen müssen sich auch Vorfahren des Menschen befunden haben. Den sicheren Beweis dafür liefert der Amphioxus, welcher trotz seiner Blutsverwandtschaft mit dem Menschen noch heute das Stadium einer Planula mit einfacher Darmanlage durchläuft (vergl. Taf. X, Fig. B 4).

Sechste Stufe: Strudelwürmer (Turbellaria).

Die menschlichen Vorfahren der sechsten Stufe, die unmittelbar aus den bewimperten Infusorien der fünften Stufe hervorgingen, waren vermuthlich niedere Würmer, welche unter allen uns bekannten Wurmsformen den Strudelwürmern oder Turbellarien am nächsten standen, oder doch wenigstens im Ganzen deren Formwerth besaßen. Sie waren gleich den Wimperinfusorien auf der ganzen Körperoberfläche mit Wimpern überzogen und besaßen einen einfachen Körper von länglichrunder Gestalt, ohne alle Anhänge.

Sie entstanden schon in früher Primordialzeit aus den mundführenden Wimperinfusorien durch weitere Differenzirung der inneren Körpertheile zu verschiedenen Organen; insbesondere die erste Bildung eines Nervensystems (eines einfachen Nervenknotens) und der einfachsten Sinnesorgane (Pigmentflecke als Anlage der Augen); ferner weitere Ausbildung der bei den Infusorien bereits sich anlegenden einfachsten Organe für Ausscheidung (wimpernde innere Kanäle, durch eine contractile Blase ausmündend) und Fortpflanzung (hermaphroditische oder zwitterige Geschlechtsorgane). Der Beweis dafür, daß auch menschliche Vorfahren von ähnlicher Bildung existirten, ist in dem Umstande zu suchen, daß uns die vergleichende Anatomie und Ontogenie auf niedere bewimperte Würmer, als auf die gemeinsame Stammform nicht nur aller höheren Würmer, sondern auch der vier höheren Thierstämme hinweist. Diesen Stammwürmern stehen aber von allen uns bekannten Thieren die Turbellarien am nächsten, welche noch heute durch unmittelbare Uebergangsformen mit den Infusorien zusammenhängen.

Siebente Stufe: Weichwürmer (Scolocida).

Obwohl auch die Strudelwürmer der vorigen Stufe schon zu den Weichwürmern gehören (S. 460), müssen wir doch zwischen diesen und den Sackwürmern der nächsten Stufe noch eine verbindende Zwischenstufe nothwendig annehmen. Denn die Tunicaten, welche unter allen uns bekannten Thieren der achten Stufe am nächsten stehen, und die Turbellarien, welche der sechsten Stufe zunächst gleichen, sind zwar beide der niederen Abtheilung der ungliederten Würmer angehörig. Aber dennoch entfernen sich diese beiden Abtheilungen in ihrer Organisation so weit von einander, daß wir nothwendig die frühere Existenz von ausgestorbenen Zwischenformen zwischen beiden annehmen müssen. Hierin ist auch der Beweis zu suchen, daß es Vorfahren des Menschen von solcher Zwischenbildung während der Primordialzeit gegeben haben muß. Wahrscheinlich entstanden diese Scolociden aus den Strudelwürmern durch Umbil-

dung des vordersten Darmabschnittes zum Athmungsapparat (Kiemenkorb), durch Bildung eines Afteres am hinteren Darmende und durch Verlust des Wimperkleides. Der Formwerth dieser Stufe wird übrigens in der weiten Lücke zwischen Strudelwürmern und Mantelthieren durch mehrere sehr verschiedene Zwischenstufen vertreten gewesen sein.

Achte Stufe: Sackwürmer (Himatega).

Als Sackwürmer oder Himategen haben wir früher (S. 464) die beiden Klassen der Mantelthiere und Molluske mit denjenigen unbekanntem Würmern vereinigt, welche den beiden Stämmen der Wirbelthiere und Weichthiere den Ursprung gaben. Die unbekanntem ausgestorbenen Sackwürmer, welche wir hier als achte Ahnenstufe des Menschen aufführen, waren die höchst merkwürdigen Würmer, welche die tiefe Kluft zwischen Wirbellosen und Wirbelthieren überbrückten. Daß solche Himategen-Vorfahren des Menschen während der Primordialzeit wirklich existirten, dafür liefert den sicheren Beweis die höchst merkwürdige und wichtige Uebereinstimmung, welche die Ontogenie des Amphioxus und der Ascidien darbietet. (Vergl. Taf. XII und XIII, ferner S. 466, 510 etc.) Aus dieser Thatsache läßt sich die frühere Existenz von Sackwürmern erschließen, welche von allen heute uns bekannten Würmern den Mantelthieren (Tunicata) am nächsten standen, und zwar den frei umherschwimmenden Jugendformen oder Larven der eigentlichen Seescheiden (Ascidia, Phallusia). Sie entstanden aus den Würmern der siebenten Stufe durch Umbildung des einfachen Nervenknötens zur Anlage eines Rückenmarks (Medullarrohrs) und durch Bildung eines darunter gelegenen Rückenstrangs (Chorda dorsalis). Der Formwerth dieser Stufe entspricht ungefähr demjenigen, welchen die genannten Larven der einfachen Seescheiden zu der Zeit besitzen, wo sie die Anlage des Rückenmarks und des Rückenstrangs zeigen. (Taf. XII, Fig. A5; vergl. die Erklärung dieser Figuren unten im Anhang).

Zweite Hälfte der menschlichen Ahnenreihe:
Wirbelthier-Ahnen des Menschen (Vertebrata).

Neunte Stufe: **Schädellose (Acrania).**

Die Reihe der menschlichen Vorfahren, welche wir ihrer ganzen Organisation nach bereits als Wirbelthiere betrachten müssen, beginnt mit Schädellosen oder Acranien, von deren Beschaffenheit uns das heute noch lebende Lanzettthierchen (*Amphioxus lanceolatus*, Taf. XII B, XIII B) eine entfernte Vorstellung giebt. Indem dieses Thierchen durch seine frühesten Embryon-Zustände ganz mit den Ascidien übereinstimmt, durch seine weitere Entwicklung sich aber als echtes Wirbelthier zeigt, vermittelt es von Seiten der Wirbelthiere den unmittelbaren Uebergang zu den Wirbellosen. Wenn auch die menschlichen Vorfahren der neunten Stufe in vielen Beziehungen von dem Amphioxus, als dem letzten überlebenden Reste der Schädellosen, sehr verschieden waren, so müssen sie ihm doch in den wesentlichsten Eigenthümlichkeiten, in dem Mangel von Kopf, Schädel und Gehirn geglichen haben. Schädellose von solcher Bildung, aus denen die Schädelthiere erst später sich entwickelten, lebten während der Primordialzeit und entstanden aus den Himategen der achten Stufe durch die Bildung von Metameren oder Rumpffsegmenten, sowie durch weitere Differenzirung aller Organe, namentlich vollständigere Entwicklung des Rückenmarks und des darunter gelegenen Rückenstrangs. Wahrscheinlich begann mit dieser Stufe auch die Trennung der beiden Geschlechter (Gonochorismus), während alle vorher genannten wirbellosen Ahnen (abgesehen von den 3—4 ersten geschlechtslosen Stufen) noch Zwitterbildung (Hermaphroditismus) zeigten (vergl. S. 176). Den sicheren Beweis für die frühere Existenz solcher schädellosen und gehirnlosen Ahnen des Menschen liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie des Amphioxus und der Cranioten.

Zehnte Stufe: **Unpaarnasen (Monorrhina).**

Aus den schädellosen Vorfahren des Menschen gingen zunächst Schädelthiere oder Cranioten von der unvollkommensten Beschaffen-

heit hervor. Unter allen heute noch lebenden Schädelthieren nimmt die tiefste Stufe die Klasse der Rundmäuler oder Cyclostomen ein, die Inger (Myginoïden) und Lampreten (Petromyzonten). Aus der inneren Organisation dieser Unpaarnasen oder Monorrhinen können wir uns ein ungefähres Bild von der Beschaffenheit der menschlichen Ahnen der zehnten Stufe machen. Wie bei jenen ersteren, so wird auch bei diesen letzteren Schädel und Gehirn noch von der einfachsten Form gewesen sein, und viele wichtige Organe, wie z. B. Schwimmblase, sympathischer Nerv, Milz, Kieferskelet und beide Beinpaare, noch völlig gefehlt haben. Jedoch sind die Beutelkiemen und das runde Saugmaul der Cyclostomen wohl als reine Anpassungscharaktere zu betrachten, welche bei der entsprechenden Ahnenstufe nicht vorhanden waren. Die Unpaarnasen entstanden während der Primordialzeit aus den Schädellosen dadurch, daß das vordere Ende des Rückenmarks sich zum Gehirn und dasjenige des Rückenstrangs zum Schädel entwickelte. Der sichere Beweis, daß solche unpaarnasige und kieferlose Vorfahren des Menschen existirten, liegt in der „vergleichenden Anatomie der Myginoïden“.

Elfte Stufe: Urfische (Selachii).

Die Urfisch-Ahnen zeigten unter allen uns bekannten Wirbelthieren wahrscheinlich die meiste Ähnlichkeit mit den heute noch lebenden Haiischen (Squalacei) (S. 518). Sie entstanden aus Unpaarnasen durch Theilung der unpaaren Nase in zwei paarige Seitenhälften, durch Bildung eines sympathischen Nervenkeß, eines Kieferskelets, einer Schwimmblase und zweier Beinpaare (Brustflossen oder Vorderbeine, und Bauchflossen oder Hinterbeine). Die innere Organisation dieser Stufe wird im Ganzen derjenigen der niedersten uns bekannten Haiischen entsprochen haben; doch war die Schwimmblase, die bei diesen nur als Rudiment noch existirt, stärker entwickelt. Sie lebten bereits in der Silurzeit, wie sich aus den fossilen silurischen Haiisch-Resten (Zähnen und Flossenstacheln) ergibt. Den sicheren Beweis, daß die silurischen Ahnen des Menschen und aller anderen

Baarnasen den Selachiern nächst verwandt waren, liefert die vergleichende Anatomie der letzteren. Sie zeigt, daß die Organisations-Verhältnisse aller Amphirrhinen sich aus denjenigen der Selachier ableiten lassen.

Zwölfte Stufe: Lurdfische (Dipneusta).

Unsere zwölfte Ahnenstufe wird durch Wirbelthiere gebildet, welche wahrscheinlich eine entfernte Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden Molchfischen (Protopterus und Lepidosiren, S. 521) besaßen. Sie entstanden aus den Urfishen (wahrscheinlich im Beginn der paläolithischen oder Primärzeit) durch Anpassung an das Landleben und Umbildung der Schwimmblase zu einer luftathmenden Lunge, sowie der Nasengruben (welche nunmehr in der Mundhöhle mündeten) zu Luftwegen. Mit dieser Stufe begann die Reihe der durch Lungen luftathmenden Vorfahren des Menschen. Ihre Organisation wird in mancher Hinsicht derjenigen des heutigen Protopterus entsprechen haben, jedoch auch mannichfach verschieden gewesen sein. Sie lebten wohl schon im Beginn der devonischen Zeit. Den Beweis für ihre Existenz führt die vergleichende Anatomie, indem sie in den Dipneusten ein Mittelglied zwischen den Selachiern und Amphibien erblickt.

Dreizehnte Stufe: Kiemenlurche (Sozobranchia).

Aus denjenigen Lurdfischen, welche wir als die Stammformen aller lungenathmenden Wirbelthiere betrachten, entwickelte sich als wichtigste Hauptlinie die Klasse der Lurche oder Amphibien (S. 513, 523). Mit ihnen begann die fünfzehige Fußbildung (die Pentadactylie), die sich von da auf die höheren Wirbelthiere und zuletzt auch auf den Menschen vererbte. Als unsere ältesten Vorfahren aus der Amphibien-Klasse sind die Kiemenlurche zu betrachten. Sie behielten neben den Lungen noch zeitlebens bleibende Kiemen, ähnlich dem heute noch lebenden Proteus und Axolotl (S. 525). Sie entstanden aus den Dipneusten durch Umbildung der rudern den Fische-flossen zu fünfzehigen Beinen, und durch höhere Differenzirung ver-

schiedener Organe, namentlich der Wirbelsäule. Jedenfalls existirten sie um die Mitte der paläolithischen oder Primärzeit, vielleicht schon vor der Steinkohlenzeit. Denn fossile Amphibien finden sich schon in der Steinkohle. Den Beweis dafür, daß derartige Kiemenlurche zu unsern directen Vorfahren gehörten, liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Amphibien und Säugethiere.

Vierzehnte Stufe: Schwanzlurche (Saxura).

Auf unsere amphibischen Vorfahren, die zeitlebens ihre Kiemen behielten, folgten späterhin andere Amphibien, welche durch Metamorphose in späterem Alter die in der Jugend noch vorhandenen Kiemen verloren, aber den Schwanz behielten, ähnlich den heutigen Salamandern und Molchen (Tritonen, vergl. S. 525). Sie entstanden aus den Kiemenlurchen dadurch, daß sie sich daran gewöhnten, nur noch in der Jugend durch Kiemen, im späteren Alter aber bloß durch Lungen zu athmen. Wahrscheinlich lebten sie schon in der zweiten Hälfte der Primärzeit, während der permischen Periode, vielleicht schon während der Steinkohlenzeit. Der Beweis für ihre Existenz liegt darin, daß die Schwanzlurche ein nothwendiges Mittelglied zwischen der vorigen und der folgenden Stufe bilden.

Fünfzehnte Stufe: Uramnioten (Protamnna).

Als Protamnion haben wir früher die gemeinsame Stammform der drei höheren Wirbelthierklassen bezeichnet, aus welcher als zwei divergente Zweige die Proreptilien einerseits, die Promammalien andererseits sich entwickelten (S. 528). Sie entstand aus unbekanntem Schwanzlurchen durch gänzlichen Verlust der Kiemen, Bildung des Amnion, der Schnecke und des runden Fensters im Gehörorgan, und der Thränenorgane. Ihre Entstehung fällt wahrscheinlich in den Beginn der mesolithischen oder Secundärzeit, vielleicht schon gegen das Ende der Primärzeit in die permische Periode. Der sichere Beweis für ihre einstmalige Existenz liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Amnionthiere. Denn alle Reptilien, Vögel und Säugethiere mit Inbegriff des Menschen stim-

men in so zahlreichen wichtigen Eigenthümlichkeiten überein, daß sie mit voller Sicherheit als Descendenten einer einzigen gemeinsamen Stammform, des Protamnion, zu erkennen sind.

Sechszehnte Stufe: Stammsäuger (Promammalia).

Unter unseren Vorfahren von der sechzehnten bis zur zwei und zwanzigsten Stufe wird uns bereits heimischer zu Muth. Sie gehören alle der großen und wohlbekannten Klasse der Säugethiere an, deren Grenzen auch wir selbst bis jetzt noch nicht überschritten haben. Die gemeinsame, längst ausgestorbene und unbekannte Stammform aller Säugethiere, die wir als Promammale bezeichneten, stand jedenfalls unter allen jetzt noch lebenden Thieren dieser Klasse den Schnabelthieren oder Ornithostomen am nächsten (Ornithorhynchus, Echidna, S. 538). Jedoch war sie von letzteren durch vollständige Bezahnung des Gebisses verschieden. Die Schnabelbildung der heutigen Schnabelthiere ist jedenfalls als ein später entstandener Anpassungscharakter zu betrachten. Die Promammalien entstanden aus den Protamnien (wahrscheinlich erst im Beginn der Secundärzeit, in der Trias-Periode) durch mancherlei Fortschritte in der inneren Organisation, sowie durch Umbildung der Epidermisschuppen zu Haaren und Bildung einer Milchdrüse, welche Milch zur Ernährung der Jungen lieferte. Der sichere Beweis dafür, daß die Promammalien, als die gemeinsame Stammform aller Säugethiere, auch zu unseren Ahnen gehörten, liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Säugethiere und des Menschen.

Siebzehnte Stufe: Beuteltiere (Marsupialia).

Die drei Unterklassen der Säugethiere stehen, wie wir früher sahen, der Art im Zusammenhang, daß die Beuteltiere sowohl in anatomischer, als auch in ontogenetischer und phylogenetischer Beziehung den unmittelbaren Uebergang zwischen den Monotremen und Placentalthieren vermitteln (S. 549). Daher müssen sich auch Vorfahren des Menschen unter den Beuteltieren befunden haben. Sie entstanden aus den Monotremen, zu denen auch die Stammsäu-

ger oder Promammalien gehörten, durch Trennung der Kloake in Mastdarm und Urogenitalsinus, durch Bildung einer Brustwarze an der Milchdrüse, und durch theilweise Rückbildung der Schlüsselbeine. Die ältesten Beuteltiere lebten jedenfalls bereits in der Jura-Periode (vielleicht schon in der Trias-Zeit) und durchliefen während der Kreidezeit eine Reihe von Stufen, welche die Entstehung der Placentalien vorbereiteten. Den sichereren Beweis für unsere Abstammung von Beuteltieren, welche den heute noch lebenden Opossum und Känguruh im wesentlichen inneren Bau nahe standen, liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Säugethiere.

Achtzehnte Stufe: Halbaffen (*Prosimiae*).

Eine der wichtigsten und interessantesten Ordnungen unter den Säugethieren bildet, wie wir schon früher sahen, die kleine Gruppe der Halbaffen. Sie enthält die unmittelbaren Stammformen der echten Affen, und somit auch des Menschen. Unsere Halbaffen-Ahnen besaßen vermuthlich nur ziemlich entfernte äußere Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden kurzfüßigen Halbaffen (*Brachytarsi*), namentlich den Maki, Indri und Lori (S. 558). Sie entstanden (wahrscheinlich im Beginn der cenolithischen oder Tertiärzeit) aus unbekanntem, den Beutelratten verwandten Beuteltieren durch Bildung einer Placenta, Verlust des Beutels und der Beutelnocken, und stärkere Entwicklung des Schwielenkörpers im Gehirn. Der sichere Beweis, daß die echten Affen, und somit auch unser eigenes Geschlecht, direct von den Halbaffen herkommen, ist in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Placentalthiere zu suchen.

Neunzehnte Stufe: Schwanzaffen (*Menocera*).

Unter den beiden Abtheilungen der echten Affen, die sich aus den Halbaffen entwickelten, besitzt nur diejenige der Schmalnasen oder Katarrhinen nähere Blutverwandtschaft mit dem Menschen. Unsere älteren Vorfahren aus dieser Gruppe waren vielleicht ähnlich den heute noch lebenden Nasenaffen und Schlankaffen (*Semnopithecus*), mit demselben Gebiß und derselben Schmalnase wie der Mensch;

aber noch mit dichtbehaartem Körper und einem langen Schwanz (S. 571). Diese geschwänzten schmalnasigen Affen (*Catarrhina menocerca*) entstanden aus den Halbaffen durch Umbildung des Gebisses und Verwandlung der Krallen an den Zehen in Nägel, wahrscheinlich schon in der älteren Tertiärzeit. Der sichere Beweis für unsere Abstammung von geschwänzten Catarrhinen liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Affen und Menschen.

Zwanzigste Stufe: Menschenaffen (*Anthropoides*).

Unter allen heute noch lebenden Affen stehen dem Menschen am nächsten die großen schwanzlosen Schmalnasen, der Orang und Gibbon in Asien, der Gorilla und Schimpanse in Afrika. Diese Menschenaffen oder Anthropoiden entstanden wahrscheinlich während der mittleren Tertiärzeit, in der miocenen Periode. Sie entwickelten sich aus den geschwänzten Katarrhinen der vorigen Stufe, mit denen sie im Wesentlichen übereinstimmen, durch Verlust des Schwanzes, theilweisen Verlust der Behaarung und überwiegende Entwicklung des Gehirnthheiles über dem Gesichtstheil des Schädels. Directe Vorfahren des Menschen sind unter den heutigen Anthropoiden nicht mehr zu suchen, wohl aber unter den unbekanntem ausgestorbenen Menschenaffen der Miocenzeit. Den sicheren Beweis für die frühere Existenz derselben liefert die vergleichende Anatomie der Menschenaffen und der Menschen.

Einundzwanzigste Stufe: Affenmenschen (*Pithecanthropi*).

Obwohl die vorhergehende Ahnenstufe den echten Menschen bereits so nahe steht, daß man kaum noch eine vermittelnde Zwischenstufe anzunehmen braucht, können wir als eine solche dennoch die sprachlosen Urmenschen (*Alali*) betrachten. Diese Affenmenschen oder Pithecanthropen lebten wahrscheinlich erst gegen Ende der Tertiärzeit. Sie entstanden aus den Menschenaffen oder Anthropoiden durch die vollständige Angewöhnung an den aufrechten Gang und die dem entsprechende stärkere Differenzirung der beiden Beinpaare. Die Vorderhand der Anthropoiden wurde bei ihnen zur Menschen-

hand, die Hinterhand dagegen zum Gangfuß. Obgleich diese Affenmenschen so nicht bloß durch ihre äußere Körperbildung, sondern auch durch ihre innere Geistesentwicklung dem eigentlichen Menschen schon viel näher, als die Menschenaffen gestanden haben werden, fehlte ihnen dennoch das eigentliche Hauptmerkmal des Menschen, die articulirte menschliche Wortsprache und die damit verbundene Entwicklung des höheren Selbstbewußtseins und der Begriffsbildung. Der sichere Beweis, daß solche sprachlose Urmenschen oder Affenmenschen dem sprechenden Menschen vorausgegangen sein müssen, ergibt sich für den denkenden Menschen aus der vergleichenden Sprachforschung (aus der „vergleichenden Anatomie“ der Sprache), und namentlich aus der Entwicklungsgeschichte der Sprache, sowohl bei jedem Kinde („glottische Ontogenese“), als bei jedem Volke („glottische Phylogeneſe“).

Zweiundzwanzigste Stufe: Menschen (*Homines*).

Die echten Menschen entwickelten sich aus den Affenmenschen der vorhergehenden Stufe durch die allmähliche Ausbildung der thierischen Lautsprache zur gegliederten oder articulirten Wortsprache. Mit der Entwicklung dieser Function ging natürlich diejenige ihrer Organe, die höhere Differenzirung des Kehlkopfs und des Gehirns, Hand in Hand. Der Uebergang von den sprachlosen Affenmenschen zu den echten oder sprechenden Menschen erfolgte wahrscheinlich erst im Beginn der Quartärzeit oder der Diluvial-Periode, vielleicht aber auch schon früher, in der jüngeren Tertiärzeit. Da nach der übereinstimmenden Ansicht der meisten bedeutenden Sprachforscher nicht alle menschlichen Sprachen von einer gemeinsamen Ursprache abzuleiten sind, so müssen wir einen mehrfachen Ursprung der Sprache und dem entsprechend auch einen mehrfachen Uebergang von den sprachlosen Affenmenschen zu den echten, sprechenden Menschen annehmen.

Ahnenreihe des menschlichen Stammbaums.

MN = Grenze zwischen den wirbellosten Ahnen und den Wirbeltier-Ahnen.

Zeitalter der organischen Erdgeschichte	Geologische Perioden der organischen Erdgeschichte	Thierische Ahnenstufen des Menschen	Lebende nächste Verwandte der Ahnenstufen	
I. Archolithische oder Primordial-Zeit	1. Laurentische Periode 2. Cambrische Periode 3. Silurische Periode	1. Moneren (Monera)	Protogenes Protamoeba	
		2. Einzellige Urthiere	Einfache Amöben (Autamoebae)	
		3. Vielzellige Urthiere	Amöbengemeinden (Synamoebae)	
		4. Flimmerschwärmer (Planulata)	Magospheara, Opalina etc.	
		5. Bewimperte Infusionsthierchen	Infusoria ciliata	
		6. Strudelwürmer (Turbellaria)	Rhabdocoela Dendrocoela	
		7. Weichwürmer von unbekannter Form	? zwischen den Seescheiden und Strudelwürmern	
		8. Sackwürmer (Himatega)	Seescheiden (Ascidiae)	
	(Vergl. S. 352 und Taf. XIV nebst Erklärung)	M	9. Schädellose (Acrania)	Lanzethiere (Amphioxi)
			10. Unpaarnasen (Monorrhina)	Lampreten (Petromyzontes)
	II. Palaeolithische oder Primär-Zeit	4. Devon-Periode 5. Steinkohlen-Periode 6. Permische Periode	11. Urfische (Selachii)	Haifische (Squalacei)
12. Lurche (Dipneusta)			Molchfische (Protopteri)	
13. Kiemenlurche (Sozobranchia)			Olm (Proteus)	
III. Mesolithische oder Secundär-Zeit	7. Trias-Periode 8. Jura-Periode 9. Kreide-Periode	14. Schwanzlurche (Sozura)	Arsotl (Siredon) Wassermolche (Tritones)	
		15. Uramnioten (Protamnia)	? zwischen den Schwanzlurchen u. Stammsäugern	
		16. Stammsäuger (Promammalia)	Schnabelthiere (Monotrema)	
IV. Cenolithische oder Tertiär-Zeit	10. Eocen-Periode 11. Miocen-Periode 12. Pliocen-Periode	17. Beuteltiere (Marsupialia)	Beuteltaschen (Didelphyes)	
		18. Halbaffen (Prosimiae)	Lori (Stenops) Maki (Lemur)	
		19. Geschwänzte Schmalnasen	Nasenaffen, Schlankaffen	
		20. Menschenaffen oder schwanzlose Schmalnasen	Gorilla, Schimpanse, Orang, Gibbon	
		21. Sprachlose Menschen oder Affenmenschen	Taubstumme, Kretnen und Microcephalen	
V. Quartär-Zeit	13. Diluvial-Periode 14. Alluvial-Periode	22. Sprechende Menschen	Australier und Papuas	

Dreiundzwanzigster Vortrag.

Wanderung und Verbreitung des Menschengeschlechts. Menschenarten und Menschenrassen.

Alter des Menschengeschlechts. Ursachen der Entstehung desselben. Der Ursprung der menschlichen Sprache. Einstämmiger (monophyletischer) und vielstämmiger (polyphyletischer) Ursprung des Menschengeschlechts. Abstammung der Menschen von vielen Paaren. Classification der Menschenrassen. System der zwölf Menschenarten. Wollhaarige Menschen oder Ulotrichen. Büschelhaarige (Papuas, Hotentotten). Bließhaarige (Kaffern, Neger). Schlichthaarige Menschen oder Pissotrichen. Straffhaarige (Australier, Malaien, Mongolen, Artiker, Amerikaner). Lockenhaarige (Dravidas, Kubier, Mittelländer). Bevölkerungszahlen. Urheimath des Menschen (Südastien oder Lemurien). Beschaffenheit des Urmenschen. Zahl der Ursprachen (Monoglottonen und Polyglottonen). Divergenz und Wanderung des Menschengeschlechts. Geographische Verbreitung der Menschenarten.

Meine Herren! Der reiche Schatz von Kenntnissen, welchen wir in der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere besitzen, gestattet uns schon jetzt, die wichtigsten Grundzüge des menschlichen Stammbaums in der Weise festzustellen, wie es in den letzten Vorträgen geschehen ist. Dessen ungeachtet dürfen Sie aber nicht erwarten, die menschliche Stammesgeschichte oder Phylogenie, die fortan die Grundlage der Anthropologie und somit auch aller anderen Wissenschaften bilden wird, in allen Einzelheiten jetzt schon befriedigend übersehen zu können. Vielmehr muß der Ausbau dieser wichtigsten Wissenschaft, zu der wir nur den ersten Grund le-

gen können, den genaueren und eingehenderen Forschungen der Zukunft vorbehalten bleiben. Das gilt auch von denjenigen specielleren Verhältnissen der menschlichen Phylogenie, auf welche wir jetzt schließlich noch einen flüchtigen Blick werfen wollen, nämlich von den Fragen nach Zeit und Ort der Entstehung des Menschengeschlechts, sowie der verschiedenen Arten und Rassen, in welche sich dasselbe differenzirt hat.

Was zunächst den Zeitraum der Erdgeschichte betrifft, innerhalb dessen langsam und allmählich die Umbildung der menschenähnlichsten Affen zu den affenähnlichsten Menschen statt fand, so läßt sich dieser natürlich nicht nach Jahren, auch nicht nach Jahrhunderten bestimmen. Nur das können wir aus den, in den letzten Vorträgen angeführten Gründen mit voller Sicherheit behaupten, daß der Mensch jedenfalls von placentalen Säugethieren abstammt. Da aber von diesen Placentalthieren versteinerte Reste nur in den tertiären Gesteinen gefunden werden, so kann auch das Menschengeschlecht frühestens innerhalb der Tertiärzeit aus den vervollkommenen Menschenaffen sich entwickelt haben. Das Wahrscheinlichste ist, daß dieser wichtigste Vorgang in der irdischen Schöpfungsgeschichte gegen Ende der Tertiärzeit stattfand, also in der pliocenen, vielleicht schon in der miocenen Periode, vielleicht aber auch erst im Beginn der Diluvialzeit. Jedenfalls lebte der Mensch als solcher in Mitteleuropa schon während der Diluvialzeit, gleichzeitig mit vielen großen, längst ausgestorbenen Säugethieren, namentlich dem diluvialen Elephanten oder Mammuth (*Elephas primigenius*), dem wollhaarigen Nashorn (*Rhinoceros tichorrhinus*), dem Riesenhirsch (*Cervus euryceros*), dem Höhlenbär (*Ursus spelaeus*), der Höhlenhyäne (*Hyaena spelaea*), dem Höhlentiger (*Felis spelaea*) u. Die Resultate, welche die neuere Geologie und Archäologie über diesen fossilen Menschen der Diluvialzeit und seine thierischen Zeitgenossen an das Licht gefördert hat, sind vom höchsten Interesse. Da aber eine eingehende Betrachtung derselben den uns gesteckten Raum bei weitem überschreiten würde, so begnüge ich mich hier damit, ihre hohe

Bedeutung im Allgemeinen hervorzuheben, und verweise Sie bezüglich des Besonderen auf die zahlreichen Schriften, welche in neuester Zeit über die Urgeschichte des Menschen erschienen sind, namentlich auf die vortrefflichen Werke von Charles Lyell³⁰⁾, Carl Vogt²⁷⁾, Friedrich Rolle²⁸⁾, John Lubbock⁴⁴⁾, L. Büchner⁴³⁾ u. s. w.

Die zahlreichen interessanten Entdeckungen, mit denen uns diese ausgedehnten Untersuchungen der letzten Jahre über die Urgeschichte des Menschengeschlechts beschenkt haben, stellen die wichtige (auch aus vielen anderen Gründen schon längst wahrscheinliche) Thatsache außer Zweifel, daß die Existenz des Menschengeschlechts als solchen jedenfalls auf mehr als zwanzigtausend Jahre zurückgeht. Wahrscheinlich sind aber seitdem mehr als hunderttausend Jahre, vielleicht viele Hunderte von Jahrtausenden verfloßen, und es muß im Gegensatz dazu sehr komisch erscheinen, wenn noch heute unsere Kalender die „Erstschaffung der Welt nach Calvinus“ vor 5821 Jahren geschehen lassen.

Mögen Sie nun den Zeitraum, während dessen das Menschengeschlecht bereits als solches existirte und sich über die Erde verbreitete, auf zwanzigtausend, oder auf hunderttausend, oder auf viele hunderttausend Jahre anschlagen, jedenfalls ist derselbe verschwindend gering gegen die unfassbare Länge der Zeiträume, welche für die stufenweise Entwicklung der langen Ahnenkette des Menschen erforderlich waren. Das geht schon hervor aus der sehr geringen Dicke, welche alle diluvialen Ablagerungen im Verhältniß zu den tertiären, und diese wiederum im Verhältniß zu den vorhergegangenen besitzen (vergl. S. 352). Aber auch die unendlich lange Reihe der schrittweise sich langsam entwickelnden Thiergestalten, von dem einfachsten Moner bis zum Amphioxus, von diesem bis zum Urfisch, vom Urfisch bis zum ersten Säugethiere und von diesem wiederum bis zum Menschen, erheischt zu ihrer historischen Entwicklung eine Reihenfolge von Zeiträumen, die wahrscheinlich viele Millionen von Jahrtausenden umfassen (vergl. S. 115).

Diejenigen Entwicklungsvorgänge, welche zunächst die Entstehung der affenähnlichsten Menschen aus den menschenähnlichsten Affen

veranlaßten, sind in zwei Anpassungsthätigkeiten der letzteren zu suchen, welche vor allen anderen die Hebel zur Menschwerdung waren: der aufrechte Gang und die gegliederte Sprache. Diese beiden physiologischen Functionen entstanden nothwendig zugleich mit zwei entsprechenden morphologischen Umbildungen, mit denen sie in der engsten Wechselwirkung stehen, nämlich Differenzirung der beiden Gliedmaßenpaare und Differenzirung des Kehlkopfs. Die wichtige Bervollkommnung dieser Organe und ihrer Functionen mußte aber drittens nothwendig auf die Differenzirung des Gehirns und der davon abhängigen Seelenthätigkeiten mächtig zurückwirken, und damit war der Weg für die unendliche Laufbahn eröffnet, in welcher sich seitdem der Mensch fortschreitend entwickelt, und seine thierischen Vorfahren so weit überflügelt hat. (Gen. Morph. II, 430.)

Als den ersten und ältesten Fortschritt von diesen drei mächtigen Entwicklungsbewegungen des menschlichen Organismus haben wir wohl die höhere Differenzirung und Bervollkommnung der Extremitäten hervorzuheben, welche durch die Gewöhnung an den aufrechten Gang herbeigeführt wurde. Indem die Vorderfüße immer ausschließlicher die Function des Greifens und Betastens, die Hinterfüße dagegen immer ausschließlicher die Function des Auftretens und Gehens übernahmen und beibehielten, bildete sich jener Gegensatz zwischen Hand und Fuß aus, welcher zwar dem Menschen nicht ausschließlich eigenthümlich, aber doch viel stärker bei ihm entwickelt ist, als bei den menschenähnlichsten Affen. Diese Differenzirung der vorderen und hinteren Extremität war aber nicht allein für ihre eigene Ausbildung und Bervollkommnung höchst vortheilhaft, sondern sie hatte zugleich eine ganze Reihe von sehr wichtigen Veränderungen in der übrigen Körperbildung im Gefolge. Die ganze Wirbelsäule, namentlich aber Beckengürtel und Schultergürtel, sowie die dazu gehörige Muskulatur, erlitten dadurch diejenigen Umbildungen, durch welche sich der menschliche Körper von demjenigen der menschenähnlichsten Affen unterscheidet. Wahrscheinlich vollzogen

sich diese Umbildungen schon lange vor Entstehung der gegliederten Sprache, und es existirte das Menschengeschlecht schon geraume Zeit mit seinem aufrechten Gange und der dadurch herbeigeführten charakteristischen menschlichen Körperform, ehe sich die eigentliche Ausbildung der menschlichen Sprache und damit der zweite und wichtigere Theil der Menschwerdung vollzog. Wir können daher wohl mit Recht als eine besondere (21ste) Stufe unserer menschlichen Ahnenreihe den sprachlosen Menschen (Alalus) oder Affenmenschen (Pithecanthropus) unterscheiden, welcher zwar körperlich dem Menschen in allen wesentlichen Merkmalen schon gleichgebildet, aber noch ohne den Besitz der gegliederten Wortsprache war.

Die Entstehung der gegliederten Wortsprache, und die damit verbundene höhere Differenzirung und Vervollkommnung des Kehlkopfs haben wir erst als die spätere, zweite und wichtigste Stufe in dem Entwicklungsvorgang der Menschwerdung zu betrachten. Sie war es ohne Zweifel, welche vor allem die tiefe Kluft zwischen Mensch und Thier schaffen half, und welche zunächst auch die bedeutendsten Fortschritte in der Seelenthätigkeit und der damit verbundenen Vervollkommnung des Gehirns veranlaßte. Allerdings existirt eine Sprache als Mittheilung von Empfindungen, Bestrebungen und Gedanken auch bei sehr vielen Thieren, theils als Gebärdensprache oder Zeichensprache, theils als Tastsprache oder Berührungssprache, theils als Lautsprache oder Tonsprache. Allein eine wirkliche Wortsprache oder Begriffssprache, eine sogenannte „gegliederte oder artikulirte“ Sprache, welche die Laute durch Abstraction zu Worten umbildet und die Worte zu Sätzen verbindet, ist, so viel wir wissen, ausschließliches Eigenthum des Menschen.

Mehr als alles Andere mußte die Entstehung der menschlichen Sprache veredelnd und umbildend auf das menschliche Seelenleben und somit auf das Gehirn einwirken. Die höhere Differenzirung und Vervollkommnung des Gehirns, und des Geisteslebens als der höchsten Function des Gehirns, entwickelte sich in unmittelbarer Wechselwirkung mit seiner Aeußerung durch die

Sprache. Daher konnten die bedeutendsten Vertreter der vergleichenden Sprachforschung in der Entwicklung der menschlichen Sprache mit Recht den wichtigsten Scheidungsprozeß des Menschen von seinen thierischen Vorfahren erblicken. Dies hat namentlich August Schleicher in seinem Schriftchen „Ueber die Bedeutung der Sprache für die Naturgeschichte des Menschen“ hervorgehoben⁵⁴). In diesem Verhältniß ist einer der engsten Berührungspunkte zwischen der vergleichenden Zoologie und der vergleichenden Sprachkunde gegeben, und hier stellt die Entwicklungstheorie für die letztere die Aufgabe, den Ursprung der Sprache Schritt für Schritt zu verfolgen. Diese ebenso interessante als wichtige Aufgabe ist in neuester Zeit von mehreren Seiten mit Glück in Angriff genommen worden, so insbesondere von Wilhelm Bleek, welcher seit 17 Jahren in Südafrika mit dem Studium der Sprachen der niedersten Menschenrassen beschäftigt und dadurch besonders zur Lösung dieser Frage befähigt ist. Wie sich die verschiedenen Sprachformen, gleich allen anderen organischen Formen und Functionen, durch den Prozeß der natürlichen Züchtung entwickelt, und in viele Arten und Abarten zersplittert haben, hat namentlich August Schleicher der Selectionstheorie entsprechend erörtert⁶).

Den Prozeß der Sprachbildung selbst hier weiter zu verfolgen, haben wir keinen Raum, und ich verweise Sie in dieser Beziehung namentlich auf die wichtige, eben erwähnte Schrift von Wilhelm Bleek „über den Ursprung der Sprache“⁵⁵). Dagegen müssen wir noch eines der wichtigsten hierauf bezüglichen Resultate der vergleichenden Sprachforschung hervorheben, welches für den Stammbaum der Menschenarten von höchster Bedeutung ist, daß nämlich die menschliche Sprache wahrscheinlich einen vielheitlichen oder polyphyletischen Ursprung hat. Die menschliche Sprache als solche entwickelte sich wahrscheinlich erst, nachdem die Gattung des sprachlosen Urmenschen oder Affenmenschen in mehrere Arten oder Species auseinander gegangen war. Bei jeder von diesen Menschenarten, und vielleicht selbst bei verschiedenen Unterarten und Abarten

dieser Species, entwickelte sich die Sprache selbstständig und unabhängig von den andern. Wenigstens giebt Schleicher, eine der ersten Autoritäten auf diesem Gebiete, an, daß „schon die ersten Anfänge der Sprache, im Laute sowohl als nach den Begriffen und Anschauungen, welche lautlich reflectirt wurden, und ferner nach ihrer Entwicklungsfähigkeit, verschieden gewesen sein müssen. Denn es ist positiv unmöglich, alle Sprachen auf eine und dieselbe Ursprache zurückzuführen. Vielmehr ergeben sich der vorurtheilsfreien Forschung so viele Ursprachen, als sich Sprachstämme unterscheiden lassen“³⁴). Ebenso nehmen auch Friedrich Müller⁴²) und andere bedeutende Linguisten eine selbstständige und unabhängige Entstehung der Sprachstämme und ihrer Ursprachen an. Bekanntlich entsprechen aber die Grenzen dieser Sprachstämme und ihrer Verzweigungen keineswegs immer den Grenzen der verschiedenen Menschenarten oder sogenannten „Rassen“, welche wir auf Grund körperlicher Charaktere im Menschengeschlecht unterscheiden. Hierin, sowie in den verwickeltesten Verhältnissen der Rassenmischung und der vielfältigen Bastardbildung, liegt die große Schwierigkeit, welche die weitere Verfolgung des menschlichen Stammbaums in seine einzelnen Zweige, die Arten, Rassen, Abarten u. s. w. darbietet.

Trotz dieser großen und bedenklichen Schwierigkeiten können wir nicht umhin, hier noch einen flüchtigen Blick auf diese weitere Verzweigung des menschlichen Stammbaums zu werfen und dabei die viel besprochene Frage vom einheitlichen oder vielheitlichen Ursprung des Menschengeschlechts, seinen Arten oder Rassen, vom Standpunkte der Descendenztheorie aus zu beleuchten. Bekanntlich stehen sich in dieser Frage seit langer Zeit zwei große Parteien gegenüber, die Monophyleten und Polyphyleten. Die Monophyleten (oder Monogenisten) behaupten den einheitlichen Ursprung und die Blutsverwandtschaft aller Menschenarten. Die Polyphyleten (oder Polygenisten) dagegen sind der Ansicht, daß die verschiedenen Menschenarten oder Rassen selbstständigen Ursprungs sind. Nach den vorhergehenden genealogischen Untersuchungen kann es Ihnen nicht zweifel-

haft sein, daß im weiteren Sinne jedenfalls die monophyletische Ansicht die richtige ist. Denn vorausgesetzt auch, daß die Umbildung menschenähnlicher Affen zu Menschen mehrmals stattgefunden hätte, so würden doch jene Affen selbst durch den einheitlichen Stammbaum der ganzen Affenordnung wiederum zusammenhängen. Es könnte sich daher immer nur um einen näheren oder entfernteren Grad der eigentlichen Blutsverwandtschaft handeln. Im engeren Sinne dagegen wird wahrscheinlich die polyphyletische Anschauung insofern Recht behalten, als die verschiedenen Ursprachen sich ganz unabhängig von einander entwickelt haben. Wenn man also die Entstehung der gegliederten Wortsprache als den eigentlichen Haupttakt der Menschwerdung ansieht, und die Arten des Menschengeschlechts nach ihrem Sprachstamme unterscheiden will, so könnte man sagen, daß die verschiedenen Menschenarten unabhängig von einander entstanden seien, indem verschiedene Zweige der aus den Affen unmittelbar entstandenen sprachlosen Urmenschen sich selbstständig ihre Ursprache bildeten. Immerhin würden natürlich auch diese an ihrer Wurzel entweder weiter oben oder tiefer unten wieder zusammenhängen und also doch schließlich alle von einem gemeinsamen Urstamme abzuleiten sein.

Wenn wir nun an dieser letzteren Ueberzeugung allerdings festhalten, und wenn wir aus vielen Gründen der Ansicht sind, daß die verschiedenen Species der sprachlosen Urmenschen alle von einer gemeinsamen Affenmenschen-Form abstammen, so wollen wir damit natürlich nicht sagen, daß „alle Menschen von einem Paare abstammen.“ Diese letztere Annahme, welche unsere moderne indogermanische Bildung aus dem semitischen Mythos der mosaischen Schöpfungsgeschichte herübergenommen hat, ist auf keinen Fall haltbar. Der ganze berühmte Streit, ob das Menschengeschlecht von einem Paar abstammt oder nicht, beruht auf einer vollkommen falschen Fragestellung. Er ist eben so sinnlos, wie der Streit, ob alle Jagdhunde oder alle Rennpferde von einem Paare abstammen. Mit demselben Rechte könnte man fragen, ob alle Deutschen oder alle Engländer

„von einem Paare abstammen“ u. s. w. Ein „erstes Menschenpaar“ oder ein „erster Mensch“ hat überhaupt niemals existirt, so wenig es jemals ein erstes Paar oder ein erstes Individuum von Engländern, Deutschen, Rennpferden oder Jagdhunden gegeben hat. Immer erfolgt natürlich die Entstehung einer neuen Art aus einer bestehenden Art in der Weise, daß eine lange Kette von vielen verschiedenen Individuen an dem langsamen Umbildungsprozeß theilhaftig ist. Angenommen, daß wir alle die verschiedenen Paare von Menschenaffen und Affenmenschen neben einander vor uns hätten, die zu den wahren Vorfahren des Menschengeschlechts gehören, so würde es doch ganz unmöglich sein, ohne die größte Willkür eines von diesen Affenmenschen-Paaren als „das erste Paar“ zu bezeichnen. Ebenso wenig kann man auch jede der zwölf Menschenrassen oder Species, die wir sogleich betrachten wollen, von einem „ersten Paare“ ableiten.

Die Schwierigkeiten, denen wir bei der Classification der verschiedenen Menschenrassen oder Menschenarten begegnen, sind ganz dieselben, welche uns die Systematik der Thier- und Pflanzenarten bereitet. Hier wie dort sind die scheinbar ganz verschiedenen Formen doch meistens durch eine Kette von vermittelnden Uebergangsformen mit einander verknüpft. Hier wie dort kann der Streit, was Art oder Species, und was Rasse oder Varietät ist, niemals entschieden werden. Bekanntlich nahm man seit Blumenbach an, daß das Menschengeschlecht in fünf Rassen oder Varietäten zerfalle, nämlich: 1) die äthiopische oder schwarze Rasse (afrikanische Neger); 2) die malayische oder braune Rasse (Malayen, Polynesier und Australier); 3) die mongolische oder gelbe Rasse (die Hauptbevölkerung Asiens und die Eskimos Nordamerikas); 4) die amerikanische oder rothe Rasse (die Ureinwohner Amerikas); und 5) die kaukasische oder weiße Rasse (Europäer, Nordafrikaner und Südwest-Asiaten). Diese fünf Menschenrassen sollten alle, der jüdischen Schöpfungsgeschichte entsprechend, „von einem Paare“, Adam und Eva abstammen, und demgemäß nur Varietäten einer Art oder Species sein. Indessen kann bei unbefangener Vergleichung kein Zweifel darüber existiren, daß die Unterschiede

dieser fünf Rassen eben so groß und noch größer sind, als die „specifischen Unterschiede“, auf deren Grund die Zoologen und Botaniker anerkannt gute Thier- und Pflanzenarten („bonae species“) unterscheiden. Mit Recht behauptet daher der treffliche Paläontologe Duenstedt: „Wenn Neger und Kaukasier Schnecken wären, so würden die Zoologen mit allgemeiner Uebereinstimmung sie für zwei ganz vortreffliche Species ausgeben, die nimmermehr durch allmähliche Abweichung von einem Paare entstanden sein könnten.“

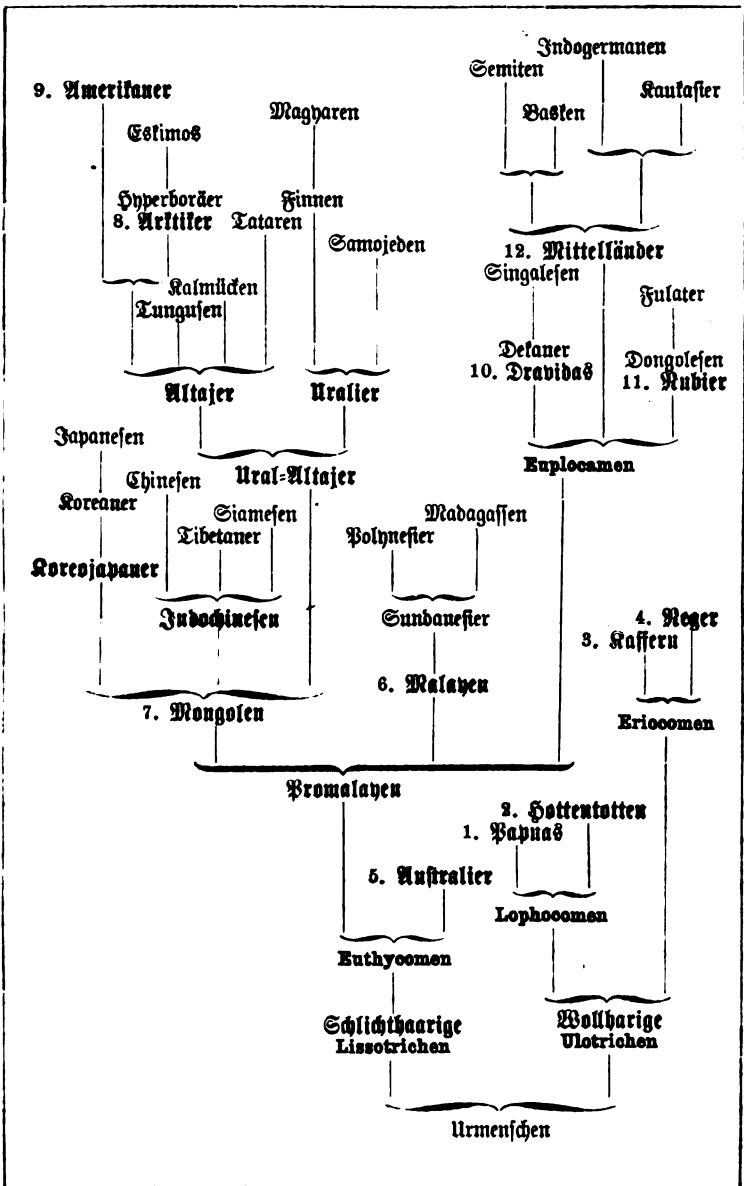
Die Merkmale, durch welche man gewöhnlich die Menschenrassen unterscheidet, sind theils der Haarbildung, theils der Hautfarbe, theils der Schädelbildung entnommen. In letzterer Beziehung unterscheidet man als zwei extreme Formen Langköpfe und Kurzköpfe. Bei den Langköpfen (Dolichocephali), deren stärkste Ausbildung sich bei den Negern und Australiern findet, ist der Schädel langgestreckt, schmal, von rechts nach links zusammengedrückt. Bei den Kurzköpfen (Brachycephali) dagegen ist der Schädel umgekehrt von vorn nach hinten zusammengedrückt, kurz und breit, wie es namentlich bei den Mongolen in die Augen springt. Die zwischen beiden Extremen in der Mitte stehenden Mittelköpfe (Mesocephali) sind namentlich bei den Amerikanern vorherrschend. In jeder dieser drei Gruppen kommen Schiefzähnlige (Prognathi) vor, bei denen die Kiefer, wie bei der thierischen Schnauze, stark vorspringen und die Vorderzähne daher schief nach vorn gerichtet sind und Gradzähnlige (Orthognathi), bei denen die Kiefer wenig vorspringen und die Vorderzähne senkrecht stehen. Man hat in den letzten zehn Jahren sehr viel Mühe und Zeit an die genaueste Untersuchung und Messung der Schädelformen gewendet, ohne daß diese durch entsprechende Resultate belohnt worden wären. Denn innerhalb einer einzigen Species, wie z. B. der mittelländischen, kann die Schädelform so variiren, daß man in derselben extreme Gegensätze findet. Viel bessere Anhaltspunkte für die Classification der menschlichen Species liefert die Beschaffenheit der Behaarung und der Sprache, weil diese sich viel strenger als die Schädelform vererben.

Insbefondere scheint die vergleichende Sprachforschung hier maßgebend zu werden. In der neuesten vortrefflichen Bearbeitung der Menschenrassen, welche der Wiener Sprachforscher Friedrich Müller in seiner ausgezeichneten Ethnographie⁴²⁾ gegeben hat, ist die Sprache mit Recht in den Vordergrund gestellt. Demnächst ist die Beschaffenheit des Kopfhaars von großer Bedeutung. An sich allerdings ein untergeordneter morphologischer Charakter, scheint sich dieselbe dennoch streng innerhalb der Rasse zu vererben. Von den zwölf Menschen-Species, die wir im Folgenden unterscheiden (S. 604) zeichnen sich die vier niederen Arten durch die wollige Beschaffenheit der Kopfhaare aus; jedes Haar ist bandartig abgeplattet und erscheint daher auf dem Querschnitt länglich rund. Wir können diese vier Arten von Wollhaarigen (Ulotriches) in zwei Gruppen bringen, in Büschelhaarige und Bliëßhaarige. Bei den Büschelhaarigen (Lophocomi), den Papuas und Hottentotten, wachsen die Kopfhaare, ungleichmäßig vertheilt, in kleinen Büscheln. Bei den Bliëßhaarigen (Eriocomi) dagegen, den Kaffern und Negern, sind die Wollhaare gleichmäßig über die ganze Kopfhaut vertheilt. Alle Ulotrichen oder Wollhaarigen sind schiefzähmig und langköpfig. Die Farbe der Haut, des Haares und der Augen ist stets sehr dunkel. Alle sind Bewohner der südlichen Erdhälfte; nur in Afrika überschreiten sie den Aequator. Im Allgemeinen stehen sie auf einer viel tieferen Entwicklungsstufe und den Affen viel näher, als die meisten Lissotrichen oder Schlichthaarigen. Einer wahren inneren Cultur und einer höheren geistigen Durchbildung sind die Ulotrichen unfähig, auch unter so günstigen Anpassungsbedingungen, wie sie ihnen jetzt in den vereinigten Staaten Nordamerikas geboten werden. Kein kraushaariges Volk hat jemals eine bedeutende „Geschichte“ gehabt.

Bei den acht höheren Menschenrassen, die wir als Schlichthaarige (Lissotriches) zusammenfassen, ist das Kopfhaar niemals eigentlich wollig, auch wenn es bei einzelnen Individuen sich stark kräuselt. Jedes einzelne Haar ist nämlich cylindrisch (nicht bandförmig) und daher auf dem Querschnitt kreisrund (nicht länglich rund).

Systematische Uebersicht
 der 12 Menschen-Arten und ihrer 36 Rassen. (Vergl. Taf. XV.)

Species	Rasse	Heimath	Sindende- nung von	
1. Papua Homo papua	1. Negritos	Malacca, Philippinen	Westen	
	2. Neoguineer	Neuguinea	Westen	
	3. Melanesier	Melanesien	Nordwesten	
	4. Tasmanier	Bandiensland	Nordosten	
2. Hottentotte H. hottentottus	5. Hottentotten	Capland	Nordosten	
	6. Buschmänner	Capland	Nordosten	
3. Kaffer Homo cafer	7. Zululaffern	Oestliches Südafrika	Norden	
	8. Beschuanen	Centrales Südafrika	Nordosten	
	9. Congolaffern	Westliches Südafrika	Osten	
4. Neger Homo niger	10. Libu-Neger	Libu-Land	Südosten	
	11. Sudan-Neger	Sudan	Osten	
	12. Senegambier	Senegambien	Osten	
	13. Nigritier	Nigritien	Osten	
5. Australier H. australis	14. Nordaustralier	Nordaustralien	Norden	
	15. Südastralier	Südaustralien	Norden	
	6. Malaje Homo malayus	16. Sundanesier	Sunda-Archipel	Westen
		17. Polynesier	Pacifischer Archipel	Westen
	7. Mongole Homo mongolus	18. Madagassen	Madagascar	Osten
		19. Indochinesen	Tibet, China	Süden
		20. Coreo-Japaner	Corea, Japan	Südwesten
		21. Altajer	Mittelasien, Nordasien	Süden
		22. Uralier	Nordwestasien, Nord- europa, Ungarn	Südosten
	8. Artifer H. arcticus	23. Hyperboräer	Nordöstlichstes Asien	Südwesten
		24. Eskimos	Nördlichstes Amerika	Westen
	9. Amerikaner Homo americanus	25. Nordameritaner	Nordamerika	Nordwesten
26. Mittelameritaner		Mittelamerika	Norden	
27. Südameritaner		Südamerika	Norden	
28. Patagonier		Südlichstes Amerika	Norden	
10. Dravidas H. dravida	29. Dekaner	Border-Indien	Osten?	
	30. Singalesen	Ceylon	Norden?	
11. Nubier H. nuba	31. Dongolesen	Nubien	Osten	
	32. Fulater	Fula-Land (Mittelafrika)	Osten	
12. Mittel- länder Homo mediterraneus	33. Kaukasier	Kaukasus	Südosten	
	34. Basken	Nördlichstes Spanien	Süden?	
	35. Semiten	Arabien, Nordafrika x.	Osten	
	36. Indogermanen	Südwestasien, Europa x.	Südosten	



Auch die acht listotrichen Species können wir auf zwei Gruppen vertheilen: Straffhaarige und Lockenhaarige. Zu den Straffhaarigen (Euthycomi), bei denen das Kopfhaar ganz glatt und straff, nicht gekräuselt ist, gehören die Australier, Malayen, Mongolen, Artiker und Amerikaner. Zu den Lockenhaarigen dagegen, bei denen das Kopfhaar mehr oder weniger lockig und auch der Bart mehr als bei allen anderen Arten entwickelt ist, gehören die Dravidas, Rubier und Mittelländer. (Vergl. Taf. XV am Ende).

Bevor wir nun den Versuch wagen, die phyletische Divergenz des Menschengeschlechts und den genealogischen Zusammenhang seiner verschiedenen Arten hypothetisch zu beleuchten, wollen wir eine kurze Schilderung der zwölf genannten Species und ihrer Verbreitung vorausschicken. Um die geographische Verbreitung derselben klar zu übersehen, müssen wir uns um drei oder vier Jahrhunderte zurückversetzen, in die Zeit, wo die indische Inselwelt und Amerika eben erst entdeckt war, und wo die gegenwärtige vielfache Mischung der Species, insbesondere die Ueberfluthung durch die indogermanische Rasse, noch nicht so vorgeschritten war. Wir beginnen, von den niedersten Stufen aufsteigend, mit den wollhaarigen Menschen (Ulotriches), welche sämmtlich prognathe Dolichocephalen sind.

Unter den jetzt noch lebenden Menschenarten steht der ursprünglichen Stammform der wollhaarigen Menschen am nächsten vielleicht der Papua (*Homo papua*). Diese Species bewohnt gegenwärtig nur noch die große Insel Neuguinea und den östlich davon gelegenen Archipel von Melanesien (die Salomons-Inseln, Neu-Kaledonien, die neuen Hebriden u. s. w.). Zerstreute Nester derselben finden sich aber auch noch im Innern der Halbinsel Malacca, sowie auf vielen anderen Inseln des großen pacifischen Archipels; meistens in den unzugänglichen gebirgigen Theilen des Innern, so namentlich auf den Philippinen. Auch die kürzlich ausgestorbenen Tasmanier oder die Bevölkerung von Vandiemenland gehörte zu dieser Art. Aus diesen und anderen Umständen geht hervor, daß die Papuas früher einen viel weiteren Verbreitungsbezirk im Südosten Asiens besaßen.

Sie wurden aus diesem durch die Malayen verdrängt, und nach Osten fortgeschoben. Alle Papua's sind von schwarzer Hautfarbe, die bald mehr in das Bräunliche, bald mehr in das Bläuliche spielt. Die krausen Haare wachsen in Büscheln, sind spiralig gewunden, und oft über einen Fuß lang, so daß sie eine mächtige, weit abstehende wollige Perücke bilden. Das Gesicht zeigt unter einer schmalen, eingedrücktten Stirn eine große aufgestülpte Nase und dicke, aufgeworfene Lippen. Durch ihre eigenthümliche Haarbildung und Sprache unterscheiden sich die Papua's von ihren schlichthaarigen Nachbarn, sowohl von den Malayen, als von den Australiern so wesentlich, daß man sie als eine ganz besondere Species betrachten muß.

Den Papua's durch den büscheligen Haarrowuchs nahe verwandt, obwohl räumlich weit von ihnen geschieden, sind die Hottentotten (*Homo hottentottus*). Sie bewohnen ausschließlich das südlichste Afrika, das Kapland und die nächstangrenzenden Theile, und sind hier von Nordosten her eingewandert. Gleich ihren Stammesgenossen, den Papua's, nahmen auch die Hottentotten früher viel größeren Raum (wahrscheinlich das ganze östliche Afrika) ein und gehen jetzt ihrem Aussterben entgegen. Außer den eigentlichen Hottentotten, von denen jetzt nur noch die beiden Stämme der Koraka (im östlichen Kapland) und der Namaka (im westlichen Kapland) existiren, gehören hierher auch die Buschmänner (im gebirgigen Inneren des Kaplandes). Bei allen diesen Hottentotten wächst das krause Haar ebenso in Büscheln, wie bei den Papua's, ähnlich einer Bürste. Beide Species stimmen auch darin überein, daß sich im Gefäß des weiblichen Geschlechts eine besondere Neigung zur Anhäufung großer Fettmassen zeigt (*Steatopygia*). Die Hautfarbe der Hottentotten ist aber viel heller, gelblich braun. Das sehr platte Gesicht zeichnet sich durch kleine Stirn und Nase, aber große Nasenlöcher aus. Der Mund ist sehr breit, mit großen Lippen, das Kinn schmal und spitz. Die Sprache ist durch viele ganz eigenthümliche Schnalzlauten ausgezeichnet.

Die nächsten Nachbarn und Verwandten der Hottentotten sind

die Kaffern (*Homo cafer*). Diese kraushaarige Menschenart unterscheidet sich jedoch, ebenso wie die folgende (die echten Neger) von den Hottentotten und Papuas dadurch, daß das wollige Haar nicht büschelweise vertheilt ist, sondern als dichtes Bliß den Kopf bedeckt. Die Farbe der Haut durchläuft alle Abstufungen von dem gelblichen Braun der Hottentotten bis zu dem Braunschwarz oder reinen Schwarz des echten Negers. Während man früher der Kaffernrasse einen sehr engen Verbreitungsbezirk anwies und sie meist nur als eine Varietät des echten Negers betrachtete, zählt man dagegen jetzt zu dieser Species fast die gesammte Bevölkerung des äquatorialen Afrika von 20 Grad südlicher bis 4 Grad nördlicher Breite, mithin alle Südafrikaner mit Ausfluß der Hottentotten. Insbesondere gehören dahin an der Ostküste die Zulu-, Zambesi- und Mosambik-Völker, im Inneren die große Völkerfamilie der Beshuanen oder Setschuanen, und an der Westküste die Herrero- und Congo-Stämme. Auch sie sind, wie die Hottentotten, von Nordosten her eingewandert. Von den Negern, mit denen man die Kaffern gewöhnlich vereinigte, unterscheiden sie sich sehr wesentlich durch die Schädelbildung und die Sprache. Das Gesicht ist lang und schmal, die Stirn hoch und gewölbt, die Nase vorspringend, oft gebogen, die Lippen nicht so stark aufgeworfen und das Kinn spiz. Die mannichfaltigen Sprachen der verschiedenen Kaffern-Stämme lassen sich alle von einer ausgestorbenen Ursprache, der Bantu-Sprache, ableiten.

Der echte Neger (*Homo niger*) bildet gegenwärtig, nachdem man Kaffern, Hottentotten und Nubier von ihm abgetrennt hat, eine viel weniger umfangreiche Menschen-Art, als man früher annahm. Es gehören dahin jetzt nur noch die Libus im östlichen Theile der Sahara, die Sudan-Völker oder Sudaner welche zunächst im Süden dieser großen Wüste wohnen; und die Bevölkerung der westafrikanischen Küstenländer, von der Mündung des Senegal im Norden, bis unterhalb der Niger-Mündung im Süden (Senegambier und Nigritier). Die echten Neger sind demnach zwischen den Aequator und den nördlichen Wendekreis eingeschlossen, und haben diesen letzteren nur

mit einem kleinen Theile der Libu-Rasse im Osten überschritten. Innerhalb dieser Zone hat die Neger-Art sich von Osten her ausgebreitet. Die Hautfarbe der echten Neger ist stets ein mehr oder minder reines Schwarz. Die Haut ist sammetartig anzufühlen, und durch eine eigenthümliche übelriechende Ausdünstung ausgezeichnet. Während die Neger in der wolligen Behaarung des Kopfes mit den Raffen übereinstimmen, unterscheiden sie sich von ihnen nicht unwesentlich durch die Gesichtsbildung. Die Stirn ist flacher und niedriger, die Nase breit und dick, nicht vorspringend, die Lippen stark wulstig aufgetrieben, und das Kinn sehr kurz. Ausgezeichnet sind ferner die echten Neger durch sehr dünne Waden und sehr lange Arme. Schon sehr frühzeitig muß sich diese Menschen-Species in viele einzelne Stämme zersplittert haben, da ihre zahlreichen und ganz verschiedenen Sprachen sich durchaus nicht auf eine Ursprache zurückführen lassen.

Den vier eben betrachteten wollhaarigen Menschen-Arten stehen nun als anderer Hauptzweig der Gattung die schlichthaarigen Menschen (*Homines lissotriches*) gegenüber. Von den acht Arten dieser letzteren lassen sich, wie wir sahen, fünf Species als Straffhaarige (*Euthycomi*) und drei Species als Lockenhaarige (*Euplocami*) zusammenfassen. Wir betrachten zunächst die ersteren, zu denen die Urbevölkerung von dem größten Theile Asiens und von ganz Amerika gehört.

Auf der tiefsten Stufe unter allen schlichthaarigen Menschen, und im Ganzen vielleicht unter allen noch lebenden Menschen-Arten stehen die Australier oder Australneger (*Homo australis*). Diese Species scheint ausschließlich auf die große Insel Australien beschränkt zu sein. Sie gleicht dem echten afrikanischen Neger durch die schwarze oder schwarzbraune und übelriechende Haut, durch die stark schiefzahnige und langköpfige Schädelform, die zurücktretende Stirn, breite Nase und dick aufgeworfene Lippen, sowie durch den fast gänzlichen Mangel der Waden. Dagegen unterscheiden sich die Australneger sowohl von den echten Negern, als von ihren nächsten Nachbarn, den

Papuaß, durch viel schwächeren, feineren Knochenbau, und namentlich durch die Bildung des Kopfschaars, welches nicht wollig-kraus, sondern entweder ganz schlicht oder nur schwach gelockt ist. Die sehr tiefe, körperliche und geistige Ausbildungsstufe der Australier ist zum Theil vielleicht nicht ursprünglich, sondern durch Rückbildung, durch Anpassung an die sehr ungünstigen Existenzbedingungen Australiens entstanden. Wahrscheinlich sind die Australneger, als ein sehr früh abgezweigter Ast der Euthycomen, von Norden oder Nordwesten her in ihre gegenwärtige Heimath eingewandert. Vielleicht sind sie den Dravidas, und mithin den Euplocamen, näher verwandt als den übrigen Euthycomen. Die ganz eigenthümliche Sprache der Australier zersplittert sich in sehr zahlreiche kleine Zweige, die in eine nördliche und eine südliche Abtheilung sich gruppieren.

Eine genealogisch wichtige, obwohl nicht umfangreiche Menschen-Species bilden die Malayen (*Homo malayus*), die braune Menschenrasse der früheren Ethnographie. Eine ausgestorbene, südasiatische Menschen-Art, welche den heutigen Malayen sehr nahe stand, ist wahrscheinlich als die gemeinsame Stammform dieser und der folgenden, höheren Menschen-Arten anzusehen. Wir wollen diese hypothetische Stammart als Urmalayen oder Promalayen bezeichnen. Die heutigen Malayen zerfallen in zwei weit zerstreute Rassen, in die Sundanesier, welche Malakka und die Sunda-Inseln (Sumatra, Java, Borneo zc.) sowie die Philippinen bevölkern, und die Polynesisier, welche über den größten Theil des pacifischen Archipels ausgebreitet sind. Die nördliche Grenze ihres weiten Verbreitungsbezirks wird östlich von den Sandwich-Inseln (Hawaii), westlich von den Marianen-Inseln (Ladronen) gebildet; die südliche Grenze dagegen östlich von dem Mangareva-Archipel, westlich von Neuseeland. Ein weit nach Westen verschlagener einzelner Zweig der Sundanesier sind die Bewohner von Madagascar. Diese weite pelagische Verbreitung der Malayen erklärt sich aus ihrer besonderen Neigung für das Schifferleben. Als ihre Urheimath ist der südöstliche Theil des asiatischen Festlandes zu betrachten, von wo aus sie sich

nach Osten und Süden verbreiteten und die Papuas vor sich her drängten. In der körperlichen Bildung stehen die Malayen unter den übrigen Arten den Mongolen am nächsten, ziemlich nahe aber auch den lockigen Mittelländern. Der Schädel ist meist kurzköpfig, seltener mittellköpfig, und sehr selten langköpfig. Das Haar ist schlicht und straff, oft jedoch etwas gelockt. Die Hautfarbe ist braun, bald mehr gelblich oder zimmtbraun, bald mehr röthlich oder kupferbraun, seltener dunkelbraun. In der Gesichtsbildung stehen die Malayen zum großen Theil in der Mitte zwischen den Mongolen und Mittelländern. Oft sind sie von letzteren kaum zu unterscheiden. Das Gesicht ist meist breit, mit vorspringender Nase und dicken Lippen, die Augen nicht so enggeschlitzt und schief, wie bei den Mongolen. Alle Malayen und Polynesier bezeugen ihre nahe Stammesverwandtschaft durch ihre Sprache, welche sich zwar schon frühzeitig in viele kleine Zweige zersplitterte, aber doch immer von einer gemeinsamen, ganz eigenthümlichen Ursprache ableitbar ist.

Die individuenreichste von allen Menschen-Arten bildet neben dem mittelländischen der mongolische Mensch (*Homo mongolicus*). Dahin gehören alle Bewohner des asiatischen Festlandes, mit Ausnahme der Hyperboräer im Norden, der wenigen Malayen im Südosten (Malakka), der Dravidas in Vorderindien, und der Mittelländer im Südwesten. In Europa ist diese Menschen-Art durch die Finnen und Lappen im Norden, die Osmanen in der Türkei und die Magyaren in Ungarn vertreten. Die Hautfarbe der Mongolen ist stets durch den gelben Grundton ausgezeichnet, bald heller erbsengelb oder selbst weißlich, bald dunkler braungelb. Das Haar ist immer straff und schwarz. Die Schädelform ist bei der großen Mehrzahl entschieden kurzköpfig (namentlich bei den Kalmücken, Kaschiren u. s. w.), häufig auch mittellköpfig (Tataren, Chinesen u. s. w.). Dagegen kommen echte Langköpfe unter ihnen gar nicht vor. In der runden Gesichtsbildung sind die enggeschlitzten, oft schief geneigten Augen auffallend, die stark vorstehenden Backenknochen, breite Nase und dicken Lippen. Die Sprache aller Mongolen läßt sich

wahrscheinlich auf eine gemeinsame Ursprache zurückführen. Doch stehen sich als zwei früh getrennte Hauptzweige die einsilbigen Sprachen der indo-chinesischen Rasse und die mehrsilbigen Sprachen der übrigen mongolischen Rassen gegenüber. Zu dem einsilbigen oder monosyllabem Stamme der Indochinesen gehören die Tibetaner, Birmanen, Siamesen und Chinesen. Die übrigen, die vielsilbigen oder polysyllabem Mongolen zerfallen in drei Rassen, nämlich 1) die Koro-Japaner (Koreaner und Japanesen); 2) die Altajer (Tataren, Türken, Kirgisen, Kalmüden, Burjäten, Tungusen); und 3) die Uralier (Samojeden, Finnen). Von den Finnen stammt auch die magyarische Bevölkerung Ungarns ab.

Als eine Abzweigung der mongolischen Menschen-Art ist der Polarmensch (*Homo arcticus*) zu betrachten. Wir fassen unter dieser Bezeichnung die Bewohner der arktischen Polarländer in beiden Hemisphären zusammen, die Eskimos (und Grönländer) in Nordamerika, und die Hyperboräer im nordöstlichen Asien (Sukagiren, Eschukttschen, Kurjäten und Kamtschadalen). Durch Anpassung an das Polarlima ist diese Menschenform so eigenthümlich umgebildet, daß man sie wohl als Vertreter einer besonderen Species betrachten kann. Ihre Statur ist niedrig und untersezt, die Schädelform mittelköpfig oder sogar langköpfig, die Augen eng und schief geschlißt, wie bei den Mongolen, auch die Backenknochen vorstehend und der Mund breit. Das Haar ist straff und schwarz. Die Hautfarbe ist heller oder dunkler bräunlich, bald fast weißlich oder mehr gelb, wie bei den Mongolen, bald mehr röthlich, wie bei den Amerikanern. Die Sprachen der Polarmenschen sind noch wenig bekannt, jedoch sowohl von den mongolischen, als von den amerikanischen verschieden. Wahrscheinlich sind die Artfiker als zurückgebliebene und eigenthümlich angepasste Zweige jenes Mongolen-Stammes zu betrachten, der aus dem nordöstlichen Asien nach Nordamerika hinübertwanderte und diesen Erdtheil bevölkerte.

Zur Zeit der Entdeckung Amerikas war dieser Erdtheil (von den Eskimos abgesehen) nur von einer einzigen Menschenart bevöl-

fert, den Rothhäuten oder Amerikanern (*Homo americanus*). Unter allen übrigen Menschenarten sind ihr die beiden vorigen am nächsten verwandt. Insbesondere ist die Schädelform meistens der Mittelkopf, selten Kurzkopf oder Langkopf. Die Stirn ist breit und sehr niedrig, die Nase groß, vortretend und oft gebogen, die Backenknochen vortretend, die Lippen eher dünn, als dick. Das Haar ist schwarz und straff. Die Hautfarbe ist durch rothen Grundton ausgezeichnet, welcher jedoch bald rein kupferroth oder heller röthlich, bald mehr dunkler rothbraun, gelbbraun oder olivenbraun wird. Die zahlreichen Sprachen der verschiedenen amerikanischen Rassen und Stämme sind außerordentlich verschieden, aber doch in der ursprünglichen Anlage wesentlich übereinstimmend. Wahrscheinlich ist Amerika zuerst vom nordöstlichen Asien her bevölkert worden, von demselben Mongolen-Stamme, von dem auch die Arktiker (*Hyperboräer* und *Esquimos*) sich abgezweigt haben. Zuerst breitete sich dieser Stamm in Nordamerika aus und wanderte erst von da aus über die Landenge von Central-Amerika hinunter nach Südamerika, in dessen südlichster Spitze die Species durch Anpassung an sehr ungünstige Existenz-Bedingungen eine starke Rückbildung erfuhr. Möglicher Weise sind aber von Westen her außer Mongolen auch Polynesier in Amerika eingewandert und haben sich mit diesen vermischt. Jedenfalls sind die Ureinwohner Amerikas aus der alten Welt herübergekommen, und keineswegs, wie Einige meinten, aus amerikanischen Affen entstanden. Katarrhinen oder schmalnasige Affen haben zu keiner Zeit in Amerika existirt.

Die drei Menschen-Species, welche wir nun noch unterscheiden, die *Dravida*, *Nubier* und *Mittelländer*, stimmen in mancherlei Eigenthümlichkeiten überein, welche eine nähere Verwandtschaft derselben zu begründen scheinen und sie von den vorhergehenden unterscheiden. Dahin gehört vor Allen die Entwicklung eines starken *Barthaars*, welches allen übrigen Species entweder ganz fehlt oder nur sehr spärlich auftritt. Das Haupthaar ist gewöhnlich nicht so straff und glatt, wie bei den fünf vorhergehenden Arten, sondern meistens mehr oder

weniger gelockt. Auch andere Charaktere scheinen dafür zu sprechen, daß wir dieselben in einer Hauptgruppe, den Lockenhaarigen (Euplocami) vereinigen können.

Der gemeinsamen Stammform der Euplocamen, und vielleicht aller Lissotrichen, sehr nahe scheint der Dravida-Mensch zu stehen (*Homo dravida*). Gegenwärtig ist diese uralte Species nur noch durch die Dekhan-Völker im südlichen Theile Vorder-Indiens und durch die benachbarten Bewohner der Gebirge des nordöstlichen Ceylon vertreten. Früher aber scheint dieselbe ganz Vorderindien eingenommen und auch noch weiter sich ausgedehnt zu haben. Sie zeigt einerseits Verwandtschafts-Beziehungen zu den Australiern und Malayen, anderseits zu den Mongolen und Mittelländern. Die Hautfarbe ist ein lichteres oder dunkleres Braun, bei einigen Stämmen mehr gelbbraun, bei anderen fast schwarzbraun. Das Haupthaar ist, wie bei den Mittelländern, mehr oder weniger gelockt, weder ganz glatt, wie bei den Euthyloken, noch eigentlich wollig, wie bei den Ulotrichen. Auch durch den ausgezeichnet starken Bartwuchs gleichen sie den Mittelländern. Ihre ovale Gesichtsbildung scheint theils derjenigen der Malayen, theils derjenigen der Mittelländer am nächsten verwandt zu sein. Gewöhnlich ist die Stirn hoch, die Nase vorspringend, schmal, die Lippen wenig aufgeworfen. Ihre Sprache ist gegenwärtig stark mit indogermanischen Elementen vermischt, scheint aber ursprünglich von einer ganz eigenthümlichen Ursprache abzustammen.

Nicht weniger Schwierigkeiten, als die Dravida-Species, hat den Ethnographen der Nubier (*Homo nuba*) verursacht, unter welchem Namen wir nicht nur die eigentlichen Nubier (Schangallas oder Dongolesen), sondern auch die ganz nahe verwandten Fulas oder Fellatas begreifen. Die eigentlichen Nubier bewohnen die oberen Nil-Länder (Dongola, Schangalla, Barabra, Kordofan); die Fulas oder Fellatas dagegen sind von da aus weit nach Westen gewandert und bewohnen jetzt einen breiten Strich im Süden der westlichen Sahara, eingekleilt zwischen die Sudaner im Norden und die Nigritier im Süden. Gewöhnlich werden die Nuba- und Fula-Völker entweder

zu den Negern, oder zu den hamitischen Völkern (also Mittelländern) gerechnet, unterscheiden sich aber von Beiden so wesentlich, daß man sie als eine besondere Art betrachten muß. Wahrscheinlich nahm dieselbe früher einen großen Theil des nordöstlichen Afrika ein. Die Hautfarbe der Ruba- und Fula-Völker ist gelbbraun oder rothbraun, seltener dunkelbraun bis schwarz. Das Haar ist nicht wollig, sondern nur lockig, oft sogar fast ganz schlicht; die Haarfarbe ist dunkelbraun oder schwarz. Der Bartwuchs ist viel stärker als bei den Negern entwickelt. Die ovale Gesichtsbildung nähert sich mehr dem mittelländischen als dem Neger-Typus. Die Stirn ist hoch und breit, die Nase vorspringend und nicht platt gedrückt, die Lippen nicht so stark aufgeworfen wie beim Neger. Die Sprachen der Rubischen Völker scheinen mit denjenigen der echten Neger gar keine Verwandtschaft zu besitzen.

An die Spitze aller Menschenarten hat man von jeher als die höchst entwickelte und vollkommenste den kaukasischen oder mittelländischen Menschen (*Homo mediterraneus*) gestellt. Gewöhnlich wird diese Form als „kaukasische Rasse“ bezeichnet. Da jedoch gerade der kaukasische Zweig unter allen Rassen dieser Species die wenigst bedeutende ist, so ziehen wir die von Friedrich Müller vorgeschlagene, viel passendere Bezeichnung des Mediterran-Menschen oder Mittelländers vor. Denn die wichtigsten Rassen dieser Species, welche zugleich die bedeutendsten Factoren der sogenannten „Weltgeschichte“ sind, haben sich an den Gestaden des Mittelmeeres zu ihrer ersten Blüthe entwickelt. Der frühere Verbreitungsbezirk dieser Art wird durch die Bezeichnung der „indo-atlantischen“ Species ausgedrückt, während dieselbe gegenwärtig sich über die ganze Erde verbreitet und die meisten übrigen Menschen-Species im Kampfe ums Dasein überwindet. In körperlicher, wie in geistiger Beziehung, kann sich keine andere Menschenart mit der mittelländischen messen. Sie allein hat (abgesehen von der mongolischen Species) eigentlich „Geschichte“ gemacht. Sie allein hat jene Blüthe der Cultur entwickelt, welche den Menschen über die ganze übrige Natur zu erheben scheint.

Die Charactere, durch welche sich der mittelländische Mensch von den anderen Arten des Geschlechts unterscheidet, sind allbekannt. Unter den äußeren Kennzeichen tritt die helle Hautfarbe in den Vordergrund, welche jedoch alle Abstufungen von reinem Weiß oder röthlich Weiß, durch Gelb und Gelbbraun, bis zum Dunkelbraunen oder selbst Schwarzbraunen zeigt. Der Haarmwuchs ist meistens stark, das Haupthaar mehr oder weniger lockig, das Barthaar stärker, als bei allen übrigen Arten. Die Schädelform zeigt einen großen Breitengrad der Entwicklung; überwiegend sind im Ganzen wohl die Mittelsköpfe; aber auch Langköpfe und Kurzköpfe sind weit verbreitet. Der Körperbau im Ganzen erreicht nur bei dieser einzigen Menschenart jenes Ebenmaß aller Theile, und jene gleichmäßige Entwicklung, welche wir als den Typus vollendeter menschlicher Schönheit bezeichnen. Die Sprachen aller Rassen dieser Species lassen sich keineswegs auf eine einzige gemeinsame Ursprache zurückführen; vielmehr sind mindestens vier solche, von Grund aus verschiedene Sprachen anzunehmen. Dem entsprechend muß man auch vier verschiedene, nur unten an der Wurzel zusammenhängende Rassen innerhalb dieser einen Species annehmen. Zwei von diesen Rassen, die Basken und Kaukasier, existiren nur noch in geringen Ueberbleibseln. Die Basken, welche früher ganz Spanien und Südfrankreich bevölkerten, leben jetzt nur noch in einem schmalen Striche an der nördlichen Küste Spaniens, im Grunde der Bucht von Biscaya. Die Reste der kaukasischen Rasse (die Daghestaner, Ischerlesien, Mingrelie und Georgier) sind jetzt auf das Gebirgsland des Kaukasus zurückgedrängt. Sowohl die Sprache der Kaukasier als der Basken ist durchaus eigenthümlich, und läßt sich weder auf die semitische noch auf die indogermanische Ursprache zurückführen.

Auch die Sprachen der beiden Hauptklassen der mediterranen Species, die semitische und indogermanische, lassen sich nicht auf einen gemeinsamen Stamm zurückführen, und es müssen daher diese beiden Rassen schon sehr frühzeitig sich von einander getrennt haben. Semiten und Indogermanen stammen von verschiedenen Affenmenschen ab.

Die semitische Rasse spaltete sich ebenfalls schon sehr früh in zwei divergirende Zweige, den ägyptischen und den arabischen Zweig. Der ägyptische oder afrikanische Zweig, die Dyssemiten, welche wohl auch als Hamiten gänzlich von den Semiten getrennt werden, umfaßt die alte Bevölkerung Egyptens, ferner die große Gruppe der Berber, welche ganz Nordafrika inne haben und früher auch die canarischen Inseln bewohnten, und endlich die Gruppe der Aethiopier (Bedscha, Galla, Danakil, Somali und andere Völker, welche das ganze nordöstliche Küstenland von Afrika bis zum Aequator hinab inne haben). Der arabische oder asiatische Zweig dagegen, die Eusemiten, auch wohl Semiten im engeren Sinne genannt, umfaßt die Bewohner der großen arabischen Halbinsel, die uralte Familie der eigentlichen Araber („Urtypus des Semiten“), und sodann die höchst entwickelte Semiten-Gruppe, die Juden oder Hebräer und die Aramäer (Syrier und Chaldäer). Eine Colonie der südlichen Araber (der Himjariten), welche über die Bab-el-Mandeb-Enge setzte, hat Abessinien bevölkert (Vergl. S. 624).

Die indogermanische Rasse endlich, welche alle übrigen Menschenrassen in der geistigen Entwicklung weit überflügelt hat, spaltete sich gleich der semitischen sehr früh schon in zwei divergente Zweige, den ario-romanischen und slavo-germanischen Zweig. Aus dem ersteren gingen einerseits die Arier (Inder und Iraner), andererseits die Gräcoromanen (Griechen und Albanesen, Italer und Kelten) hervor. Aus dem slavo-germanischen Zweige entwickelten sich einerseits die Slaven (russische und bulgarische, cechische und baltische Stämme), andererseits die Germanen (Scandinavier und Deutsche, Niederländer und Angelsachsen). Wie sich die weitere Verzweigung der indogermanischen Rasse auf Grund der vergleichenden Sprachforschung im Einzelnen genau verfolgen läßt, hat August Schleicher in sehr anschaulicher Form genealogisch entwickelt⁶⁾ (Vergl. S. 625).

Die Gesamtzahl der menschlichen Individuen, welche gegenwärtig leben, beträgt zwischen 1300 und 1400 Millionen. Auf unserer tabellarischen Uebersicht (S. 626) sind 1350 Millionen als Mittel an-

genommen. Davon kommen nach ungefährender Schätzung, soweit solche überhaupt möglich ist, nur etwa 150 Millionen auf die wollhaarigen, dagegen 1200 Millionen auf die schlichthaarigen Menschen. Die beiden höchst entwickelten Species, Mongolen und Mittelländer, übertreffen an Individuenmasse bei weitem alle übrigen Menschenarten, indem auf jede derselben allein ungefähr 550 Millionen kommen (vgl. Friedrich Müller Ethnographie S. XXX). Natürlich wechselt das Zahlenverhältniß der zwölf Species mit jedem Jahre, und zwar nach dem von Darwin entwickelten Gesetze, daß im Kampfe um's Dasein die höher entwickelten, begünstigteren und größeren Formengruppen die bestimmte Neigung und die sichere Aussicht haben, sich immer mehr auf Kosten der niederen, zurückgebliebenen und kleineren Gruppen auszubreiten. So hat die mittelländische Species, und innerhalb derselben die indogermanische Rasse, vermöge ihrer höheren Gehirnentwicklung alle übrigen Rassen und Arten im Kampf um's Dasein überflügelt, und spannt schon jetzt das Netz ihrer Herrschaft über die ganze Erdkugel aus. Erfolgreich concurriren kann mit den Mittelländern, wenigstens in gewisser Beziehung, nur die mongolische Species. Innerhalb der Tropengegenden sind die Neger, Kaffern und Nubier, die Malayen und Dravidas durch ihre bessere Anpassungsfähigkeit an das heiße Klima, ebenso in den Polargegenden die Arktiker durch ihr kaltes Klima, vor dem Andringen der Indogermanen einigermaßen geschützt. Dagegen werden die übrigen Rassen, die ohnehin sehr zusammengeschnolzen sind, den übermächtigen Mittelländern im Kampf um's Dasein früher oder später gänzlich erliegen. Schon jetzt gehen die Amerikaner und Australier mit raschen Schritten ihrer völligen Ausrottung entgegen, und dasselbe gilt auch von den Papuas und Hottentotten.

Indem wir uns nun zu der eben so interessanten als schwierigen Frage von dem verwandtschaftlichen Zusammenhang, den Wanderungen und der Urheimath der 12 Menschenarten wenden, will ich im Voraus bemerken, daß bei dem gegenwärtigen Zustande unserer anthropologischen Kenntnisse jede Antwort auf diese Frage nur als eine provisorische Hypothese gelten kann. Es ver-

hält sich damit nicht anders, als mit jeder genealogischen Hypothese, die wir uns auf Grund des „natürlichen Systems“ von dem Ursprung verwandter Thier- und Pflanzenarten machen können. Durch die nothwendige Unsicherheit dieser speciellen Descendenz-Hypothesen wird aber die absolute Sicherheit der generellen Descendenz-Theorie in keinem Falle erschüttert. Der Mensch stammt jedenfalls von Katarrhinen oder schmalnasigen Affen ab, mag man nun mit den Polyphyleten jede Menschenart in ihrer Urheimath aus einer besonderen Affenart entstanden sein lassen, oder mag man mit den Monophyleten annehmen, daß alle Menschenarten erst durch Differenzirung aus einer einzigen Species von Urmensch (*Homo primigenius*) entstanden sind.

Aus vielen und wichtigen Gründen halten wir diese letztere, monophyletische Hypothese für die richtigere, und nehmen demnach für das Menschengeschlecht eine einzige Urheimath an, in der dasselbe sich aus einer längst ausgestorbenen anthropoiden Affenart entwickelt hat. Von den jetzt existirenden fünf Welttheilen kann weder Australien, noch Amerika, noch Europa diese Urheimath oder das sogenannte „Paradies“, die „Wiege des Menschengeschlechts“ sein. Vielmehr deuten die meisten Anzeichen auf das südliche Asien. Außer dem südlichen Asien könnte von den gegenwärtigen Festländern nur noch Afrika in Frage kommen. Es giebt aber eine Menge von Anzeichen (besonders chorologische Thatfachen), welche darauf hindeuten, daß die Urheimath des Menschen ein jetzt unter den Spiegel des indischen Oceans versunkener Kontinent war, welcher sich im Süden des jetzigen Asiens (und wahrscheinlich mit ihm in directem Zusammenhang) einerseits östlich bis nach Hinterindien und den Sunda-Inseln, andererseits westlich bis nach Madagascar und dem südöstlichen Afrika erstreckte. Wir haben schon früher erwähnt, daß viele Thatfachen der Thier- und Pflanzengeographie die frühere Existenz eines solchen südindischen Kontinents sehr wahrscheinlich machen (vergl. S. 321). Derselbe ist von dem Engländer Sclater wegen der für ihn charakteristischen Halbfaffen Lemuria genannt worden. Wenn

wir dieses Lemurien als Urheimath annehmen, so läßt sich daraus am leichtesten die geographische Verbreitung der divergirenden Menschenarten durch Wanderung erklären. (Vergl. die Migrations-Tafel XV, am Ende, und deren Erklärung).

Von dem hypothetischen Urmenschen (*Homo primigenius*), welcher sich entweder in Lemurien oder in Südasien (vielleicht auch im östlichen Afrika) während der Tertiärzeit aus anthropoiden Affen entwickelte, kennen wir noch keine fossilen Reste. Aber bei der außerordentlichen Aehnlichkeit, welche sich zwischen den niedersten wollhaarigen Menschen und den höchsten Menschenaffen selbst jetzt noch erhalten hat, bedarf es nur geringer Einbildungskraft, um sich zwischen Beiden eine vermittelnde Zwischenform und in dieser ein ungefähres Bild von dem muthmaßlichen Urmenschen oder Affenmenschen vorzustellen. Die Schädelform desselben wird sehr langköpfig und schiefzähmig gewesen sein, das Haar wollig, die Hautfarbe dunkel, bräunlich. Die Behaarung des ganzen Körpers wird dichter als bei allen jetzt lebenden Menschenarten gewesen sein, die Arme im Verhältniß länger und stärker, die Beine dagegen kürzer und dünner, mit ganz unentwickelten Waden; der Gang nur halb aufrecht, mit stark eingebogenen Knien.

Eine eigentlich menschliche Sprache, d. h. eine artikulierte Begriffssprache, wird dieser Affenmensch noch nicht besessen haben. Vielmehr entstand die menschliche Sprache, wie schon vorher bemerkt, erst nachdem die Divergenz der Urmenschenart in verschiedene Species erfolgt war. Die Zahl der Ursprachen ist aber noch beträchtlich größer, als die Zahl der vorher betrachteten Menschenarten. Denn es ist noch nicht gelungen, die vier Ursprachen der mittelländischen Species, das Bastische, Kaukasische, Semitische und Indogermanische, auf eine einzige Ursprache zurückzuführen. Ebensowenig lassen sich die verschiedenen Neger Sprachen von einer gemeinsamen Ursprache ableiten. Diese beiden Species, Mittelländer und Neger, sind daher jedenfalls polyglottonisch, d. h. ihre zahlreichen menschlichen Sprachen sind erst entstanden, nachdem bereits die Divergenz der sprachlosen Stamm-

art in mehrere Rassen erfolgt war. Vielleicht sind auch die Mongolen, Arktiker und Amerikaner polyglottonisch. Monoglottonisch dagegen ist die malayische Menschenart. Alle ihre polynesischen und sundanesischen Dialekte und Sprachen lassen sich von einer gemeinsamen, längst untergegangenen Ursprache ableiten, die mit keiner andern Sprache der Welt verwandt ist. Ebenso monoglottonisch sind die übrigen Menschenarten: Nubier, Dravida's, Australier, Papua's, Hottentotten und Kaffern (vergl. S. 626).

Aus dem sprachlosen Urmenschen, den wir als die gemeinsame Stammart aller übrigen Species ansehen, entwickelten sich zunächst wahrscheinlich durch natürliche Züchtung verschiedene und unbekannte, jetzt längst ausgestorbene Menschenarten, die noch auf der Stufe des sprachlosen Affenmenschen (Alalus oder Pithecanthropus) stehen blieben. Zwei von diesen Species, eine wollhaarige und eine schlichthaarige Art, welche am stärksten divergirten und daher im Kampfe ums Dasein über die anderen den Sieg davon trugen, wurden die Stammformen der übrigen Menschenarten.

Der Hauptzweig der wollhaarigen Menschen (Ulotriches) breitete sich zunächst bloß auf der südlichen Erdhälfte aus, und wanderte hier theils nach Osten, theils nach Westen. Ueberreste des östlichen Zweiges sind die Papua's in Neuguinea und Melanesien, welche früher viel weiter westlich (in Hinterindien und Sundaneseien) verbreitet waren, und erst später durch die Malayen nach Osten gedrängt wurden. Wenig veränderte Ueberreste des westlichen Zweiges sind die Hottentotten, welche in ihre jetzige Heimath von Nordosten aus eingewandert sind. Vielleicht während dieser Wanderung zweigten sich von ihnen die beiden nahe verwandten Species der Kaffern und Neger ab, die aber vielleicht auch einem besonderen Zweige von Affenmenschen ihren Ursprung verdanken.

Der zweite und entwicklungsfähigere Hauptzweig der Urmenschen-Art, die schlichthaarigen Menschen (Lissotriches), haben uns vielleicht einen wenig veränderten, nach Südosten geflüchteten Rest ihrer gemeinsamen Stammform in den affenartigen Au-

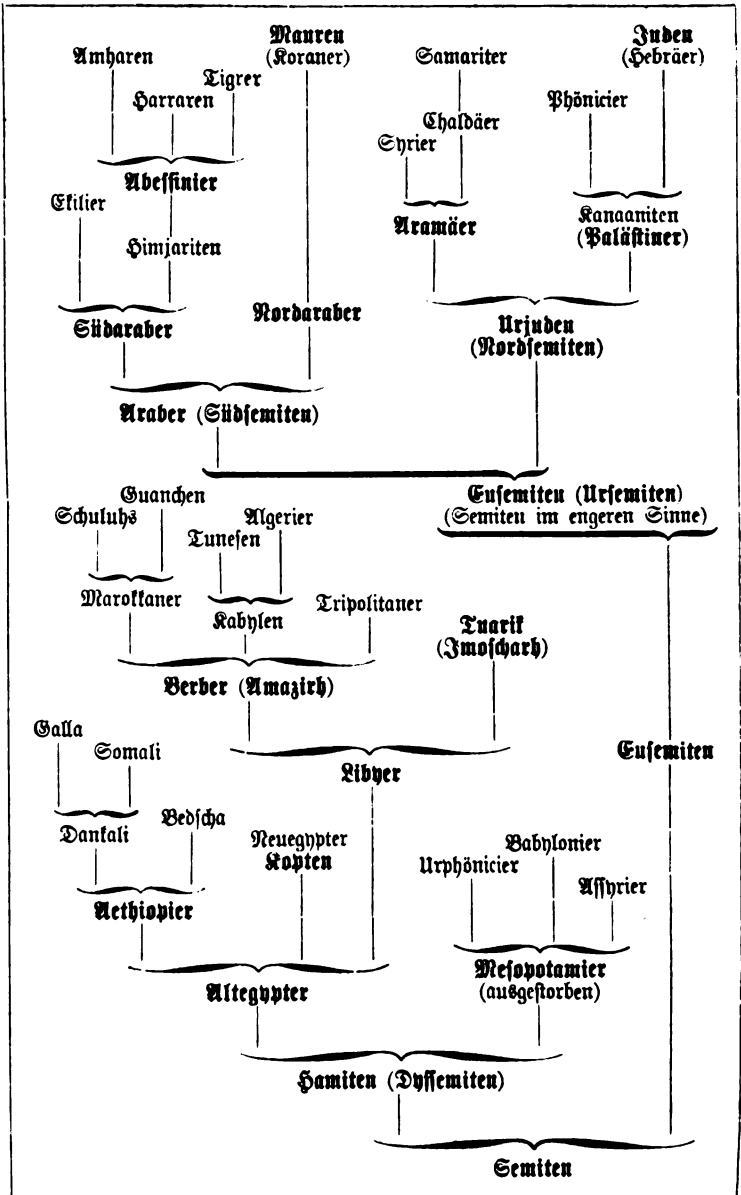
straliern hinterlassen. Diesen letzteren sehr nahe standen vielleicht die südasiatischen Urmalayan oder Promalayan, mit welchem Namen wir vorher die ausgestorbene, hypothetische Stammform der übrigen sechs Menschenarten bezeichnet haben. Aus dieser unbekanntem gemeinsamen Stammform scheinen sich als drei divergirende Zweige die eigentlichen Malayan, die Mongolen und die Euplozamen entwickelt zu haben. Die ersten breiteten sich nach Osten, die zweiten nach Norden, die dritten nach Westen hin aus.

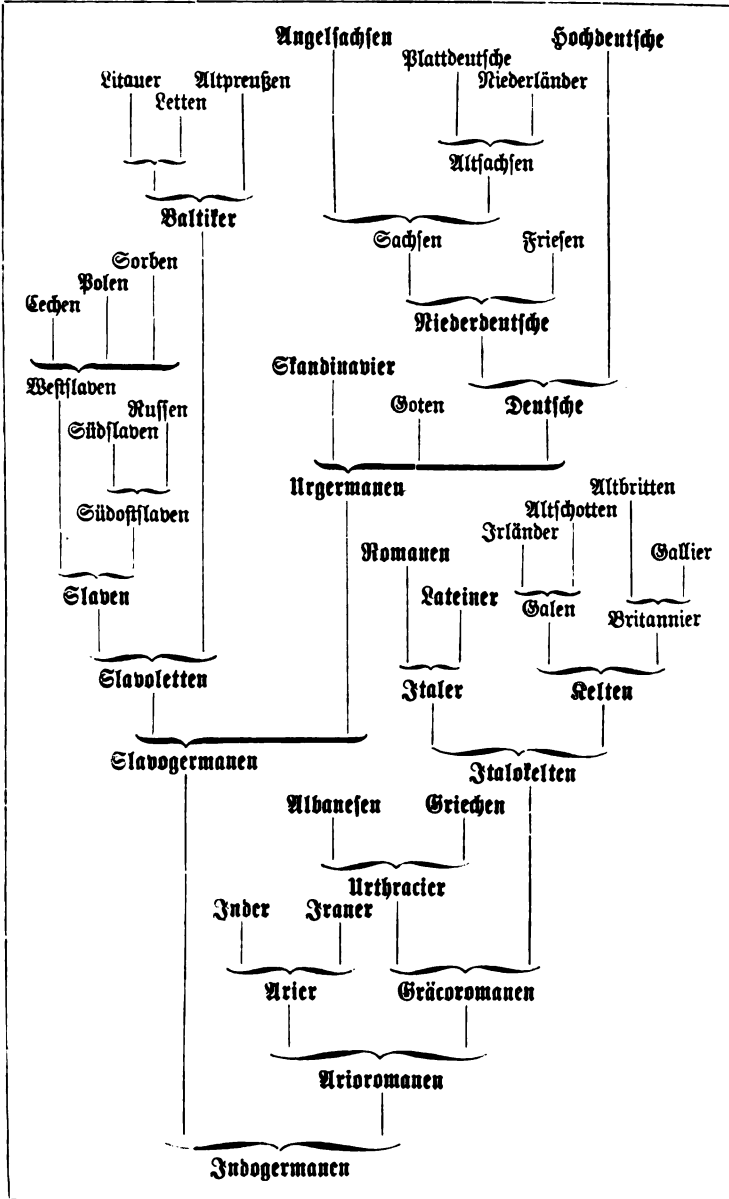
Die Urheimath oder der „Schöpfungsmittelpunkt“ der Malayan ist im südöstlichen Theile des asiatischen Festlandes zu suchen oder vielleicht in dem ausgedehnteren Continent, der früher bestand, als noch Hinterindien mit dem Sunda-Archipel und dem östlichen Lemurien unmittelbar zusammenhing. Von da aus breiteten sich die Malayan nach Südosten über den Sunda-Archipel bis Buro hin aus, streiften dann, die Papuas vor sich hertreibend, nach Osten zu den Samoa- und Tonga-Inseln hin, und zerstreuten sich endlich von hier aus nach und nach über die ganze Inselwelt des südlichen pacifischen Oceans, bis nach den Sandwich-Inseln im Norden, den Mangareven im Osten und Neuseeland im Süden. Ein einzelner Zweig des malayischen Stammes wurde weit nach Westen verschlagen und bevölkerte Madagaskar.

Der zweite Hauptzweig der Urmalayan, die Mongolen, breiteten sich zunächst ebenfalls in Südasien aus und bevölkerten allmählig, von da aus nach Osten, Norden und Nordwesten ausstrahlend, den größten Theil des asiatischen Festlandes. Von den vier Hauptrassen der mongolischen Species sind wahrscheinlich die Indochinesen als die Stammgruppe zu betrachten, aus der sich erst als divergirende Zweige die übrigen Rassen, Coreo-Japaner und Ural-Altajer später entwickelten. Aus dem Westen Asiens wanderten die Mongolen vielfach nach Europa hinüber, wo noch jetzt die Finnen und Lappen im nördlichen Rußland und Skandinavien, die nahe verwandten Magyaren in Ungarn und die Osmanen in der Türkei die mongolische Species vertreten.

Andererseits wanderte aus dem nordöstlichen Asien, welches vor-
mals vermuthlich durch eine breite Landbrücke mit Nordamerika zu-
sammenhing, ein Zweig der Mongolen in diesen Erdtheil hinüber.
Als ein Ast dieses Zweiges, welcher durch Anpassung an die un-
günstigen Existenzbedingungen des Polarclimas eigenthümlich rüdge-
bildet wurde, sind die Arktiker oder Polarmenschen zu betrachten,
die Hyperboräer im nordöstlichen Asien, die Eskimos im nördlichsten
Amerika. Die Hauptmasse der mongolischen Einwanderer aber wan-
derte nach Süden, und breitete sich allmählig über ganz Amerika
aus, zunächst über das nördliche, später über das südliche Amerika.

Der dritte und wichtigste Hauptzweig der Urmalayan, die Locken-
völker oder Guplokamen, haben uns vielleicht in den heutigen
Dravidas (in Vorderindien und Ceylon) diejenige Menschenart hin-
terlassen, die sich am wenigsten von der gemeinsamen Stammform
der Guplokamen entfernt hat. Die Hauptmasse der letzteren, die
mittelländische Species, wanderte von ihrer Urheimath (Hindostan?)
aus nach Westen und bevölkerte die Küstenländer des Mittelmeeres,
das südwestliche Asien, Nordafrika und Europa. Als eine Abzwei-
gung der semitischen Urvölker im nordöstlichen Afrika sind möglicher-
weise die Rubier zu betrachten, welche weit durch Mittelafrika hin-
durch bis fast zu dessen Westküste hinüberwanderten. Die divergi-
renden Zweige der indogermanischen Rasse haben sich am weitesten
von der gemeinsamen Stammform des Affenmenschen entfernt. Von
den beiden Hauptzweigen dieser Rasse hat im classischen Alterthum
und im Mittelalter der romanische Zweig (die graeco-italo-kelti-
sche Gruppe), in der Gegenwart aber der germanische Zweig im
Wettlaufe der Culturentwicklung die anderen Zweige überflügelt.
Obenan stehen die Engländer und die Deutschen, welche vorzugsweise
gegenwärtig in der Erkenntniß und dem Ausbau der Descendenztheo-
rie das Fundament für eine neue Periode der höheren geistigen Ent-
wicklung legen. Die Empfänglichkeit für die Entwicklungstheorie
und für die darauf gegründete monistische Philosophie bildet den
besten Maßstab für den geistigen Entwicklungsgrad des Menschen.





Systematische Uebersicht der 12 Menschen-Species.

NB. Die Columne A giebt die ungefähre Bevölkerungszahl in Millionen an. Die Columne B deutet das phyletische Entwicklungsstadium der Species an, und zwar bedeutet: Pr = Fortschreitende Ausbreitung; Co = Ungefähres Gleichbleiben; Re = Rückbildung und Aussterben. Die Columne C giebt das Verhältnis der Ursprache an; Mn (Monoglottonisch) bedeutet eine einfache Ursprache; Pl (Polyglottonisch) eine mehrfache Ursprache der Species.

Tribus	Menschen-Species	A	B	C	Heimat
Büschelhaarige Lophocomi (ca. 2 Millionen)	1. Papua	2	Re	Mn	Neuguinea und Melanesien, Philippinen, Malakka
	2. Hottentotte	$\frac{1}{2}$	Re	Mn	Südliches Afrika (Capland)
Blieshaarige Eriocomi (ca. 150 Millionen)	3. Kaffer	20	Pr	Mn	Südafrika (zwischen 30° S. Br. und 5° N. Br.)
	4. Neger	130	Pr	Pl	Mittelfrika (zwischen dem Aequator und 30° N. Br.)
Strafhaarige Kathycomi (gegen 600 Millionen)	5. Australier	$\frac{1}{2}$	Re	Mn	Australien
	6. Malaye	30	Co	Mn	Malakka, Sundanesen, Polynesien u. Madagascar
	7. Mongole	550	Pr	Mn?	Asien zum größten Theile, und nördliches Europa
	8. Artifer	$\frac{1}{2}$	Co	Pl?	Nordöstliches Asien und nördliches Amerika
	9. Amerikaner	12	Re	Mn?	Ganz Amerika mit Ausnahme des nördlichsten Theiles
Knotenhaarige Euplocami (gegen 600 Millionen)	10. Dravida	34	Co	Mn	Südasten (Bordernien und Ceylon)
	11. Nubier	10	Co	Mn?	Mittelfrika (Nubien und Fulaland)
	12. Mittelländer	550	Pr	Pl	In allen Welttheilen, von Südasten aus zunächst nach Nordafrika und Südeuropa gewandert
	13. Bastarde der Arten	11	Pr	Pl	In allen Welttheilen, vorwiegend jedoch in Amerika und Asien
	Summa	1350			

Vierundzwanzigster Vortrag.

Einwände gegen und Beweise für die Wahrheit der Descendenztheorie.

Einwände gegen die Abstammungslehre. Einwände des Glaubens und der Vernunft. Unermessliche Länge der geologischen Zeiträume. Uebergangsformen zwischen den verwandten Species. Abhängigkeit der Formbeständigkeit von der Vererbung, und des Formwechsels von der Anpassung. Entstehung sehr zusammengesetzter Organisationseinrichtungen. Stufenweise Entwicklung der Instinkte und Seelenthätigkeiten. Entstehung der apriorischen Erkenntnisse aus aposteriorischen. Erfordernisse für das richtige Verständniß der Abstammungslehre. Nothwendige Wechselwirkung der Empirie und Philosophie. Beweise für die Descendenztheorie. Innerer ursächlicher Zusammenhang aller biologischen Erscheinungsreihen. Der directe Beweis der Selectionstheorie. Verhältniß der Descendenztheorie zur Anthropologie. Beweise für den thierischen Ursprung des Menschen. Die Pithekoïdentheorie als untrennbarer Bestandtheil der Descendenztheorie. Induction und Deduction. Stufenweise Entwicklung des menschlichen Geistes. Körper und Geist. Menschenseele und Thierseele. Blick in die Zukunft.

Meine Herren! Wenn ich einerseits vielleicht hoffen darf, Ihnen durch diese Vorträge die Abstammungslehre mehr oder weniger wahrscheinlich gemacht, und einige von Ihnen selbst von ihrer unerschütterlichen Wahrheit überzeugt zu haben, so verhehle ich mir andererseits keineswegs, daß die Meisten von Ihnen im Laufe meiner Erörterungen eine Masse von mehr oder weniger begründeten Einwürfen gegen dieselbe erhoben haben werden. Es erscheint mir daher jetzt, am Schlusse unserer Betrachtungen, durchaus nothwendig, wenigstens

die wichtigsten derselben zu widerlegen, und zugleich auf der anderen Seite die überzeugenden Beweisgründe nochmals hervorzuheben, welche für die Wahrheit der Entwicklungslehre Zeugniß ablegen.

Die Einwürfe, welche man gegen die Abstammungslehre überhaupt erhebt, zerfallen in zwei große Gruppen, Einwände des Glaubens und Einwände der Vernunft. Mit den Einwendungen der ersten Gruppe, die in den unendlich mannichfaltigen Glaubensvorstellungen der menschlichen Individuen ihren Ursprung haben, brauche ich mich hier durchaus nicht zu befassen. Denn, wie ich bereits im Anfang dieser Vorträge bemerkte, hat die Wissenschaft, als das objective Ergebniß der sinnlichen Erfahrung und des Erkenntnißstrebens der menschlichen Vernunft, gar Nichts mit den subjectiven Vorstellungen des Glaubens zu thun, welche von einzelnen Menschen als unmittelbare Eingebungen oder Offenbarungen des Schöpfers gepredigt, und dann von der unselbstständigen Menge geglaubt werden. Dieser bei den verschiedenen Völkern höchst verschiedenartige Glaube fängt bekanntlich erst da an, wo die Wissenschaft aufhört. Die Naturwissenschaft betrachtet denselben nach dem Grundsatz Friedrich's des Großen, „daß jeder auf seine Façon selig werden kann“, und nur da tritt sie nothwendig in Konflikt mit besonderen Glaubensvorstellungen, wo dieselben der freien Forschung eine Grenze, und der menschlichen Erkenntniß ein Ziel setzen wollen, über welches dieselbe nicht hinaus dürfe. Das ist nun allerdings gewiß hier in stärksten Maße der Fall, da die Entwicklungslehre sich zur Aufgabe das höchste wissenschaftliche Problem gesetzt hat, das wir uns setzen können: das Problem der Schöpfung, des Werdens der Dinge, und insbesondere des Werdens der organischen Formen, an ihrer Spitze des Menschen. Hier ist es nun jedenfalls eben so das gute Recht, wie die heilige Pflicht der freien Forschung, keinerlei menschliche Autorität zu scheuen, und mutbig den Schleier vom Bilde des Schöpfers zu lüften, unbekümmert, welche natürliche Wahrheit darunter verborgen sein mag. Die göttliche Offenbarung, welche wir als die einzig wahre anerkennen, steht überall in der Natur geschrieben, und jedem Menschen mit gesunden

Sinnen und gesunder Vernunft steht es frei, in diesem heiligen Tempel der Natur durch eigenes Forschen und selbstständiges Erkennen der untrüglichen Offenbarung theilhaftig zu werden.

Wenn wir demgemäß hier alle Einwürfe gegen die Abstammungslehre unberücksichtigt lassen können, die etwa von den Priestern der verschiedenen Glaubensreligionen erhoben werden könnten, so werden wir dagegen nicht umhin können, die wichtigsten von denjenigen Einwänden zu widerlegen, welche mehr oder weniger wissenschaftlich begründet erscheinen, und von denen man zugestehen muß, daß man durch sie auf den ersten Blick in gewissem Grade eingenommen und von der Annahme der Abstammungslehre zurückgeschreckt werden kann. Unter diesen Einwänden erscheint Vielen als der wichtigste derjenige, welcher die Zeitlänge betrifft. Wir sind nicht gewohnt, mit so ungeheuren Zeitmaßen umzugehen, wie sie für die Schöpfungsgeschichte erforderlich sind. Es wurde früher bereits erwähnt, daß wir die Zeiträume, in welchen die Arten durch allmähliche Umbildung entstanden sind, nicht nach einzelnen Jahrtausenden berechnen müssen, sondern nach Hunderten und nach Millionen von Jahrtausenden. Allein schon die Dicke der geschichteten Erdrinde, die Erwägung der ungeheuern Zeiträume, welche zu ihrer Ablagerung aus dem Wasser erforderlich waren, und der zwischen diesen Senkungszeiträumen verfloßenen Hebungszeiträume beweisen uns eine Zeitdauer der organischen Erdgeschichte, welche unser menschliches Fassungsvermögen gänzlich übersteigt. Wir sind hier in derselben Lage, wie in der Astronomie betreffs des unendlichen Raums. Wie wir die Entfernungen der verschiedenen Planetensysteme nicht nach Meilen, sondern nach Siriusweiten berechnen, von denen jede wieder Millionen Meilen einschließt, so müssen wir in der organischen Erdgeschichte nicht nach Jahrtausenden, sondern nach paläontologischen oder geologischen Perioden rechnen, von denen jede viele Jahrtausende, und manche vielleicht Millionen oder selbst Milliarden von Jahrtausenden umfaßt. Es ist sehr gleichgültig, wie hoch man annähernd die unermeßliche Länge dieser Zeiträume schätzen mag, weil wir in der That nicht im Stande

sind, mittelst unserer beschränkten Einbildungskraft und eine wirkliche Anschauung von diesen Zeiträumen zu bilden, und weil wir auch keine sichere mathematische Basis, wie in der Astronomie besitzen, um nur die ungefähre Länge des Maassstabes irgendwie in Zahlen festzustellen. Nur dagegen müssen wir uns auf das bestimmteste verwahren, daß wir in dieser außerordentlichen, unsere Vorstellungskraft vollständig übersteigenden Länge der Zeiträume irgend einen Grund gegen die Entwicklungslehre sehen könnten. Wie ich Ihnen bereits in einem früheren Vortrage auseinandersetzte, ist es im Gegentheil vom Standpunkte der strengsten Philosophie das Gerathenste, diese Schöpfungsperioden möglichst lang vorauszusetzen, und wir laufen um so weniger Gefahr, uns in dieser Beziehung in unwahrscheinliche Hypothesen zu verlieren, je größer wir die Zeiträume für die organischen Entwicklungsvorgänge annehmen. Je länger wir z. B. die Permische Periode annehmen, desto eher können wir begreifen, wie innerhalb derselben die wichtigen Umbildungen erfolgten, welche die Fauna und Flora der Steinkohlenzeit so scharf von derjenigen der Triaszeit trennen. Die große Abneigung, welche die meisten Menschen gegen die Annahme so unermeßlicher Zeiträume haben, rührt größtentheils davon her, daß wir in der Jugend mit der Vorstellung groß gezogen werden, die ganze Erde sei nur einige tausend Jahre alt. Außerdem ist das Menschenleben, welches höchstens den Werth eines Jahrhunderts erreicht, eine außerordentlich kurze Zeitspanne, welche sich am wenigsten eignet, als Maasseinheit für jene geologischen Perioden zu gelten. Unser Leben ist ein einzelner Tropfen im Meere der Ewigkeit. Denken Sie nur im Vergleiche damit an die fünfzig mal längere Lebensdauer mancher Bäume, z. B. der Drachenbäume (*Dracaena*) und Affenbrodbäume (*Adansonia*), deren individuelles Leben einen Zeitraum von fünftausend Jahren übersteigt; und denken Sie andrerseits an die Kürze des individuellen Lebens bei manchen niederen Thieren, z. B. bei den Infusorien, wo das Individuum als solches nur wenige Tage, oder selbst nur wenige Stunden lebt. Diese Vergleichung stellt uns die Relativität alles Zeitmaasses auf das Un-

mittelbarste vor Augen. Ganz gewiß müssen, wenn die Entwicklungslehre überhaupt wahr ist, ungeheure, und gar nicht vorstellbare Zeiträume verfließen sein, während die stufenweise historische Entwicklung des Thier- und Pflanzenreichs durch allmähliche Umbildung der Arten vor sich ging. Es liegt aber auch nicht ein einziger Grund vor, irgend eine bestimmte Grenze für die Länge jener phyletischen Entwicklungsperioden anzunehmen.

Ein zweiter Haupteinwand, der von vielen, namentlich systematischen Zoologen und Botanikern, gegen die Abstammungslehre erhoben wird, ist der, daß man keine Uebergangsformen zwischen den verschiedenen Arten finden könne, während man diese doch nach der Abstammungslehre in Menge finden müßte. Dieser Einwurf ist zum Theil begründet, zum Theil aber auch nicht. Denn es existiren Uebergangsformen sowohl zwischen lebenden, als auch zwischen ausgestorbenen Arten in außerordentlicher Menge, überall nämlich da, wo wir Gelegenheit haben, sehr zahlreiche Individuen von verwandten Arten vergleichend in's Auge zu fassen. Grade diejenigen sorgfältigsten Untersucher der einzelnen Species, von denen man jenen Einwurf häufig hört, grade diese finden wir in ihren speciellen Untersuchungsreihen beständig durch die in der That unlösliche Schwierigkeit gehalten, die einzelnen Arten scharf zu unterscheiden. In allen systematischen Werken, welche einigermaßen gründlich sind, begegnen Sie endlosen Klagen darüber, daß man hier und dort die Arten nicht unterscheiden könne, weil zu viele Uebergangsformen vorhanden seien. Daher bestimmt auch jeder Naturforscher den Umfang und die Zahl der einzelnen Arten anders, als die übrigen. Wie ich schon früher erwähnte (S. 246), nehmen in einer und derselben Organismengruppe die einen Zoologen und Botaniker 10 Arten an, andere 20, andere hundert oder mehr, während noch andere Systematiker alle diese verschiedenen Formen nur als Spielarten oder Varietäten einer einzigen „guten Species“ betrachten. Man findet in der That bei den meisten Formengruppen Uebergangsformen und Zwischenstufen zwischen den einzelnen Species in Hülle und Fülle.

Bei vielen Arten fehlen freilich die Uebergangsformen wirklich. Dies erklärt sich indessen ganz einfach durch das Princip der Divergenz oder Sonderung, dessen Bedeutung ich Ihnen früher erläutert habe. Der Umstand, daß der Kampf um das Dasein um so heftiger zwischen zwei verwandten Formen ist, je näher sie sich stehen, muß nothwendig das baldige Erlöschen der verbindenden Zwischenformen zwischen zwei divergenten Arten begünstigen. Wenn eine und dieselbe Species nach verschiedenen Richtungen auseinandergehende Varietäten hervorbringt, die sich zu neuen Arten gestalten, so muß der Kampf zwischen diesen neuen Formen und der gemeinsamen Stammform um so lebhafter sein, je weniger sie sich von einander entfernen, dagegen um so weniger gefährlich, je stärker die Divergenz ist. Naturgemäß werden also die verbindenden Zwischenformen vorzugsweise und meistens sehr schnell aussterben, während die am meisten divergenten Formen als getrennte „neue Arten“ übrig bleiben und sich fortpflanzen. Dem entsprechend finden wir auch keine Uebergangsformen mehr in solchen Gruppen, welche ganz im Aussterben begriffen sind, wie z. B. unter den Vögeln die Strauße, unter den Säugethieren die Elephanten, Giraffen, Halbaffen, Zahnarmen und Schnabelthiere. Diese im Erlöschen begriffenen Formgruppen erzeugen keine neue Varietäten mehr, und naturgemäß sind hier die Arten sogenannte „gute“, d. h. scharf von einander geschiedene Species. In denjenigen Thiergruppen dagegen, wo noch die Entfaltung und der Fortschritt sich geltend macht, wo die existirenden Arten durch Bildung neuer Varietäten in viele neue Arten auseinandergehen, finden wir überall massenhaft Uebergangsformen vor, welche der Systematik die größten Schwierigkeiten bereiten. Das ist z. B. unter den Vögeln bei den Finken der Fall, unter den Säugethieren bei den meisten Nagethieren (besonders den mäuse- und rattenartigen), bei einer Anzahl von Wiederkäuern und von echten Affen, insbesondere bei den südamerikanischen Kollaffen (*Cebus*) und vielen Anderen. Die fortwährende Entfaltung der Species durch Bildung neuer Varietäten erzeugt hier eine Masse von Zwischenformen, welche die sogenannten guten

Arten verbinden, ihre Grenzen verwischen und ihre scharfe spezifische Unterscheidung ganz illusorisch machen.

Daß dennoch keine vollständige Verwirrung der Formen, kein allgemeines Chaos, in der Bildung der Thier- und Pflanzengestalten entsteht, hat einfach seinen Grund in dem Gegengewicht, welches gegenüber der Entstehung neuer Formen durch fortschreitende Anpassung, die erhaltende Macht der Vererbung ausübt. Der Grad von Beharrlichkeit und Veränderlichkeit, den jede organische Form zeigt, ist lediglich bedingt durch den jeweiligen Zustand des Gleichgewichts zwischen diesen beiden sich entgegengesetzten Functionen. Die Vererbung ist die Ursache der Beständigkeit der Species; die Anpassung ist die Ursache der Abänderung der Art. Wenn also einige Naturforscher sagen, offenbar müßte nach der Abstammungslehre eine noch viel größere Mannichfaltigkeit der Formen stattfinden, und andere umgekehrt, es müßte eine viel strengere Gleichheit der Formen sich zeigen, so unterschätzen die ersteren das Gewicht der Vererbung und die letzteren das Gewicht der Anpassung. Der Grad der Wechselwirkung zwischen der Vererbung und Anpassung bestimmt den Grad der Beständigkeit und Veränderlichkeit der organischen Species, den dieselbe in jedem gegebenen Zeitabschnitt besitzt.

Ein weiterer Einwand gegen die Descendenztheorie, welcher in den Augen vieler Naturforscher und Philosophen ein großes Gewicht besitzt, besteht darin, daß dieselbe die Entstehung zweckmäßig wirkender Organe durch zwecklos oder mechanisch wirkende Ursachen behauptet. Dieser Einwurf erscheint namentlich von Bedeutung bei Betrachtung derjenigen Organe, welche offenbar für einen ganz bestimmten Zweck so vortrefflich angepaßt erscheinen, daß die scharfsinnigsten Mechaniker nicht im Stande sein würden, ein vollkommneres Organ für diesen Zweck zu erfinden. Solche Organe sind vor allen die höheren Sinnesorgane der Thiere, Auge und Ohr. Wenn man bloß die Augen und Gehörwerkzeuge der höheren Thiere kennt, so würden dieselben uns in der That große und vielleicht un-

übersteigliche Schwierigkeiten verursachen. Wie könnte man sich erklären, daß allein durch die natürliche Züchtung jener außerordentlich hohe und höchst bewundernswürdige Grad der **Vollkommenheit** und der **Zweckmäßigkeit** in jeder Beziehung erreicht wird, welchen wir bei den Augen und Ohren der höheren Thiere wahrnehmen? Zum Glück hilft uns aber hier die vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte über alle Hindernisse hinweg. Denn wenn wir die stufenweise Vervollkommnung der Augen und Ohren Schritt für Schritt im Thierreich verfolgen, so finden wir eine solche allmähliche Stufenleiter der Ausbildung vor, daß wir auf das schönste die Entwicklung der höchst verwickelten Organe durch alle Grade der Vollkommenheit hindurch verfolgen können. So erscheint z. B. das Auge bei den niedersten Thieren als ein einfacher Farbstofffleck, der noch kein Bild von äußeren Gegenständen entwerfen, sondern höchstens den Unterschied der verschiedenen Lichtstrahlen wahrnehmen kann. Dann tritt zu diesem ein empfindender Nerv hinzu. Später entwickelt sich allmählich innerhalb jenes Pigmentflecks die erste Anlage der Linse, ein lichtbrechender Körper, der schon im Stande ist, die Lichtstrahlen zu concentriren und ein bestimmtes Bild zu entwerfen. Aber es fehlen noch alle die zusammengesetzten Apparate für Akkommodation und Bewegung des Auges, die verschieden lichtbrechenden Medien, die hoch differenzirte Sehnervenhaut u. s. w., welche bei den höheren Thieren dieses Werkzeug so vollkommen gestalten. Von jenem einfachsten Organ bis zu diesem höchst vollkommenen Apparat zeigt uns die vergleichende Anatomie in ununterbrochener Stufenleiter alle möglichen Uebergänge, so daß wir uns die stufenweise, allmähliche Bildung auch eines solchen höchst complicirten Organes wohl anschaulich machen können. Ebenso wie wir im Laufe der individuellen Entwicklung einen gleichen stufenweisen Fortschritt in der Ausbildung des Organs unmittelbar verfolgen können, ebenso muß derselbe auch in der geschichtlichen (phyletischen) Entstehung des Organs stattgefunden haben.

Bei Betrachtung solcher höchst vollkommenen Organe, die scheinbar von einem künstlerischen Schöpfer für ihre bestimmte Thätigkeit

zweckmäßig erfunden und construirt, in der That aber durch die zwecklose Thätigkeit der natürlichen Züchtung mechanisch entstanden sind, empfinden viele Menschen ähnliche Schwierigkeiten des naturgemäßen Verständnisses, wie die rohen Naturvölker gegenüber den verwickeltesten Erzeugnissen unserer neuesten Maschinenkunst. Die Wilden, welche zum erstenmal ein Linienschiff oder eine Locomotive sehen, halten diese Gegenstände für die Erzeugnisse übernatürlicher Wesen, und können nicht begreifen, daß der Mensch, ein Organismus ihres Gleichen, eine solche Maschine hervorgebracht habe. Auch die ungebildeten Menschen unserer eigenen Rasse sind nicht im Stande, einen so verwickeltesten Apparat in seiner eigentlichen Wirksamkeit zu begreifen, und die rein mechanische Natur desselben zu verstehen. Die meisten Naturforscher verhalten sich aber, wie Darwin sehr richtig bemerkt, gegenüber den Formen der Organismen nicht anders, als jene Wilden dem Linienschiff oder der Locomotive gegenüber. Das naturgemäße Verständniß von der rein mechanischen Entstehung der organischen Formen kann hier nur durch eine gründliche allgemeine biologische Bildung, und durch die specielle Bekanntschaft mit der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte gewonnen werden.

Unter den übrigen gegen die Abstammungslehre erhobenen Einwürfen will ich hier endlich noch einen hervorheben und widerlegen, der namentlich in den Augen vieler Laien ein großes Gewicht besitzt: Wie soll man sich aus der Descendenztheorie die Geistessthätigkeiten der Thiere und namentlich die specifischen Aeußerungen derselben, die sogenannten Instincte entstanden denken? Diesen schwierigen Gegenstand hat Darwin in einem besonderen Capitel seines Hauptwerkes (im siebenten) so ausführlich behandelt, daß ich Sie hier darauf verweisen kann. Wir müssen die Instincte wesentlich als Gewohnheiten der Seele auffassen, welche durch Anpassung erworben und durch Vererbung auf viele Generationen übertragen und befestigt worden sind. Die Instincte verhalten sich demgemäß ganz wie andere Gewohnheiten, welche nach den Gesetzen der gehäuften Anpassung

(S. 209) und der befestigten Vererbung (S. 194) zur Entstehung neuer Functionen und somit auch neuer Formen ihrer Organe führen. Hier wie überall geht die Wechselwirkung zwischen Function und Organ Hand in Hand. Ebenso wie die Geistesfähigkeiten des Menschen stufenweise durch fortschreitende Anpassung des Gehirns erworben und durch dauernde Vererbung befestigt wurden, so sind auch die Instinkte der Thiere, welche nur quantitativ, nicht qualitativ von jenen verschieden sind, durch stufenweise Bervollkommnung ihres Seelenorgans, des Centralnervensystems, durch Wechselwirkung der Anpassung und Vererbung, entstanden. Die Instinkte werden bekanntermaßen vererbt; allein auch die Erfahrungen, also neue Anpassungen der Thierseele, werden vererbt; und die Abrihtung der Hausthiere zu verschiedenen Seelenthätigkeiten, welche die wilden Thiere nicht im Stande sind auszuführen, beruht auf der Möglichkeit der Seelenanpassung. Wir kennen jetzt schon eine Reihe von Beispielen, in denen solche Anpassungen, nachdem sie erblich durch eine Reihe von Generationen sich übertragen hatten, schließlich als angeborene Instinkte erschienen, und doch waren sie von den Voreltern der Thiere erst erworben. Hier ist die Dressur durch Vererbung in Instinkt übergegangen. Die charakteristischen Instinkte der Jagdhunde, Schäferhunde und anderer Hausthiere, welche sie mit auf die Welt bringen, sind ebenso wie die Naturinstinkte der wilden Thiere, von ihren Voreltern erst durch Anpassung erworben worden. Sie sind in dieser Beziehung den angeblichen „Erkenntnissen a priori“ des Menschen zu vergleichen, die ursprünglich von unseren uralten Vorfahren (gleich allen anderen Erkenntnissen) „a posteriori“, durch sinnliche Erfahrung, erworben wurden. Wie ich schon früher bemerkte, sind offenbar die „Erkenntnisse a priori“ erst durch lange andauernde Vererbung von erworbenen Gehirnanpassungen aus ursprünglich empirischen „Erkenntnissen a posteriori“ entstanden (S. 29).

Die so eben besprochenen und widerlegten Einwände gegen die Descendenztheorie dürften wohl die wichtigsten sein, welche ihr ent-

gegengehalten worden sind. Ich glaube Ihnen deren Grundlosigkeit genügend dargethan zu haben. Die zahlreichen übrigen Einwürfe, welche außerdem noch gegen die Entwicklungslehre im Allgemeinen oder gegen den biologischen Theil derselben, die Abstammungslehre, im Besonderen erhoben worden sind, beruhen entweder auf einer solchen Unkenntniß der empirisch festgestellten Thatsachen, oder auf einem solchen Mangel an richtigem Verständniß derselben, und an Fähigkeit, die daraus nothwendig sich ergebenden Folgeschlüsse zu ziehen, daß es wirklich nicht der Mühe lohnen würde, hier näher auf ihre Widerlegung einzugehen. Nur einige allgemeine Gesichtspunkte möchte ich Ihnen in dieser Beziehung noch mit einigen Worten nahe legen.

Zunächst ist hinsichtlich des ersterwähnten Punktes zu bemerken, daß, um die Abstammungslehre vollständig zu verstehen, und sich ganz von ihrer unerschütterlichen Wahrheit zu überzeugen, ein allgemeiner Ueberblick über die Gesamtheit des biologischen Erscheinungsgebietes unerläßlich ist. Die Descendenztheorie ist eine biologische Theorie, und man darf daher mit Fug und Recht verlangen, daß diejenigen Leute, welche darüber ein gültiges Urtheil fällen wollen, den erforderlichen Grad biologischer Bildung besitzen. Dazu genügt es nicht, daß sie in diesem oder jenem Gebiete der Zoologie, Botanik und Protistik specielle Erfahrungskenntnisse besitzen. Vielmehr müssen sie nothwendig eine allgemeine Uebersicht der gesammten Erscheinungsreihen wenigstens in einem der drei organischen Reiche besitzen. Sie müssen wissen, welche allgemeinen Gesetze aus der vergleichenden Morphologie und Physiologie der Organismen, insbesondere aus der vergleichenden Anatomie, aus der individuellen und paläontologischen Entwicklungsgeschichte u. s. w. sich ergeben, und sie müssen eine Vorstellung von dem tiefen mechanischen, ursächlichen Zusammenhang haben, in dem alle jene Erscheinungsreihen stehen. Selbstverständlich ist dazu ein gewisser Grad allgemeiner Bildung und namentlich philosophischer Erziehung erforderlich, den leider heutzutage nicht viele Leute für nöthig halten. Ohne die nothwendige Verbindung von empirischen

Kenntnissen und von philosophischem Verständniß der biologischen Erscheinungen kann die unerschütterliche Ueberzeugung von der Wahrheit der Descendenztheorie nicht gewonnen werden.

Nun bitte ich Sie, gegenüber dieser ersten Vorbedingung für das wahre Verständniß der Descendenztheorie, die bunte Menge von Leuten zu betrachten, die sich herausgenommen haben, über dieselbe mündlich oder schriftlich ein vernichtendes Urtheil zu fällen! Die meisten derselben sind Laien, welche die wichtigsten biologischen Erscheinungen entweder gar nicht kennen, oder doch keine Vorstellung von ihrer tieferen Bedeutung besitzen. Was würden Sie von einem Laien sagen, der über die Zellentheorie urtheilen wollte, ohne jemals Zellen gesehen zu haben, oder über die Wirbeltheorie, ohne jemals vergleichende Anatomie getrieben zu haben? Und doch begegnen Sie solchen lächerlichen Anmaßungen in der Geschichte der biologischen Descendenztheorie alle Tage! Sie hören Tausende von Laien und von Halbgebildeten darüber ein entscheidendes Urtheil fällen, die weder von Botanik noch von Zoologie, weder von vergleichender Anatomie noch von Gewebelehre, weder von Paläontologie noch von Embryologie Etwas wissen. Daher kommt es, daß, wie Huxley treffend sagt, die allermeisten gegen Darwin veröffentlichten Schriften das Papier nicht werth sind, auf dem sie geschrieben wurden.

Sie könnten mir einwenden, daß ja unter den Gegnern der Descendenztheorie doch auch viele Naturforscher, und selbst manche berühmte Zoologen und Botaniker sind. Diese letzteren sind jedoch meist ältere Gelehrte, die in ganz entgegengesetzten Anschauungen alt geworden sind, und denen man nicht zumuthen kann, noch am Abend ihres Lebens sich einer Reform ihrer, zur festen Gewohnheit gewordenen Weltanschauung zu unterziehen. Sodann muß aber auch ausdrücklich hervorgehoben werden, daß nicht nur eine allgemeine Uebersicht des ganzen biologischen Erscheinungsgebiets, sondern auch ein philosophisches Verständniß desselben nothwendige Vorbedingungen für die überzeugte Annahme der Descendenztheorie sind. Nun

finden Sie aber gerade diese unerläßlichen Vorbedingungen bei dem größten Theile der heutigen Naturforscher leider keineswegs erfüllt. Die Unmasse von neuen empirischen Thatsachen, mit denen uns die riesigen Fortschritte der neueren Naturwissenschaft bekannt gemacht haben, hat eine vorherrschende Neigung für das specielle Studium einzelner Erscheinungen und kleiner engbegrenzter Erfahrungsgebiete herbeigeführt. Darüber wird die Erkenntniß der übrigen Theile und namentlich des großen umfassenden Naturganzen meist völlig vernachlässigt. Jeder, der gesunde Augen und ein Mikroskop zum Beobachten, Fleiß und Geduld zum Sitzen hat, kann heutzutage durch mikroskopische „Entdeckungen“ eine gewisse Berühmtheit erlangen, ohne doch den Namen eines Naturforschers zu verdienen. Dieser gebührt nur dem, der nicht bloß die einzelnen Erscheinungen zu kennen, sondern auch deren ursächlichen Zusammenhang zu erkennen strebt. Noch heute untersuchen und beschreiben die meisten Paläontologen die Versteinerungen, ohne die wichtigsten Thatsachen der Embryologie zu kennen. Andererseits verfolgen die Embryologen die Entwicklungsgeschichte des einzelnen organischen Individuums, ohne eine Ahnung von der paläontologischen Entwicklungsgeschichte des ganzen zugehörigen Stammes zu haben, von welcher die Versteinerungen berichten. Und doch stehen diese beiden Zweige der organischen Entwicklungsgeschichte, die Ontogenie oder die Geschichte des Individuums, und die Phylogenie oder die Geschichte des Stammes, im engsten ursächlichen Zusammenhang, und die eine ist ohne die andere gar nicht zu verstehen. Aehnlich steht es mit dem systematischen und dem anatomischen Theile der Biologie. Noch heute giebt es in der Zoologie und Botanik zahlreiche Systematiker, welche in dem Irrthum arbeiten, durch bloße sorgfältige Untersuchung der äußeren und leicht zugänglichen Körperformen, ohne die tiefere Kenntniß ihres inneren Baues, das natürliche System der Thiere und Pflanzen construiren zu können. Andererseits giebt es Anatomen und Histologen, welche das eigentliche Verständniß des Thier- und Pflanzenkörpers bloß durch die genaueste Erforschung des inneren Körperbaues

einer einzelnen Species, ohne die vergleichende Betrachtung der gesammten Körperform bei allen verwandten Organismen, gewinnen zu können meinen. Und doch steht auch hier, wie überall, Inneres und Aeußeres, Vererbung und Anpassung in der engsten Wechselbeziehung, und das Einzelne kann nie ohne Vergleichung mit dem zugehörigen Ganzen wirklich verstanden werden. Jenen einseitigen Facharbeitern möchten wir daher mit Goethe zurufen:

„Müßet im Naturbetrachten
 „Zimmer Eins wie Alles achten.
 „Nichts ist drinnen, Nichts ist draußen,
 „Denn was innen, das ist außen.“

und weiterhin:

„Natur hat weder Kern noch Schale,
 „Alles ist sie mit einem Male.“

Noch viel nachtheiliger aber, als jene einseitige Richtung, ist für das allgemeine Verständniß des Naturganzen der Mangel an philosophischer Bildung, durch welchen sich die meisten Naturforscher der Gegenwart auszeichnen. Die vielfachen Verirrungen der früheren speculativen Naturphilosophie, aus dem ersten Drittel unseres Jahrhunderts, haben bei den exacten empirischen Naturforschern die ganze Philosophie in einen solchen Mißcredit gebracht, daß dieselben in dem sonderbaren Wahne leben, das Gebäude der Naturwissenschaft aus bloßen Thatsachen, ohne philosophische Verknüpfung derselben, aus bloßen Kenntnissen, ohne Verständniß derselben, aufbauen zu können. Während aber ein rein speculatives, absolut philosophisches Lehrgebäude, welches sich nicht um die unerläßliche Grundlage der empirischen Thatsachen kümmert, ein Luftschloß wird, das die erste beste Erfahrung über den Haufen wirft, so bleibt andererseits ein rein empirisches, absolut aus Thatsachen zusammengesetztes Lehrgebäude ein wüster Steinhaufen, der nimmermehr den Namen eines Gebäudes verdienen wird. Die nackten, durch die Erfahrung festgestellten Thatsachen sind immer nur die rohen Bausteine, und ohne die denkende Verwerthung, ohne die philosophische Verknüpfung

derselben kann keine Wissenschaft sich aufbauen. Wie ich Ihnen schon früher eindringlich vorzustellen versuchte, entsteht nur durch die innigste Wechselwirkung und gegenseitige Durchdringung von Philosophie und Empirie das unerschütterliche Gebäude der wahren, monistischen Wissenschaft, oder was dasselbe ist, der Naturwissenschaft.

Aus dieser beklagenswerthen Entfremdung der Naturforschung von der Philosophie, und aus dem rohen Empirismus, der heutzutage leider von den meisten Naturforschern als „exacte Wissenschaft“ gepriesen wird, entspringen jene seltsamen Quersprünge des Verstandes, jene groben Verstöße gegen die elementare Logik, jenes Unvermögen zu den einfachsten Schlussfolgerungen, denen Sie heutzutage auf allen Wegen der Naturwissenschaft, ganz besonders aber in der Zoologie und Botanik begegnen können. Hier rächt sich die Vernachlässigung der philosophischen Bildung und Schulung des Geistes unmittelbar auf das Empfindlichste. Es ist daher nicht zu verwundern, wenn jenen rohen Empirikern auch die tiefe innere Wahrheit der Descendenztheorie gänzlich verschlossen bleibt. Wie das triviale Sprichwort sehr treffend sagt, „sehen sie den Wald vor lauter Bäumen nicht.“ Nur durch allgemeinere philosophische Studien und namentlich durch strengere logische Erziehung des Geistes kann diesem schlimmen Uebelstande auf die Dauer abgeholfen werden (vergl. Gen. Morph. I, 63; II, 447).

Wenn Sie dieses Verhältniß recht erwägen, und mit Bezug auf die empirische Begründung der philosophischen Entwicklungstheorie weiter darüber nachdenken, so wird es Ihnen auch alsbald klar werden, wie es sich mit den vielfach geforderten Beweisen für die Descendenztheorie verhält. Je mehr sich die Abstammungslehre in den letzten Jahren allgemein Bahn gebrochen hat, je mehr sich alle wirklich denkenden jüngeren Naturforscher und alle wirklich biologisch gebildeten Philosophen von ihrer inneren Wahrheit und Unentbehrlichkeit überzeugt haben, desto lauter haben die Gegner derselben nach thatsächlichen Beweisen dafür gerufen. Dieselben Leute,

welche kurz nach dem Erscheinen von Darwin's Werke dasselbe für ein „bodenloses Phantasiegebäude“, für eine „willkürliche Speculation“, für einen „geistreichen Traum“ erklärten, dieselben lassen sich jetzt gütig zu der Erklärung herab, daß die Descendenztheorie allerdings eine wissenschaftliche „Hypothese“ sei, daß dieselbe aber erst noch „bewiesen“ werden müsse. Wenn diese Aeußerungen von Leuten geschehen, die nicht die erforderliche empirisch-philosophische Bildung, die nicht die nöthigen Kenntnisse in der vergleichenden Anatomie, Embryologie und Paläontologie besitzen, so läßt man sich das gefallen, und verweist sie auf die in jenen Wissenschaften niedergelegten Argumente. Wenn aber die gleichen Aeußerungen von anerkannten Fachmännern geschehen, von Lehrern der Zoologie und Botanik, die doch von Rechtswegen einen Ueberblick über das Gesamtgebiet ihrer Wissenschaft besitzen sollten, oder die wirklich mit den Thatsachen jener genannten Wissenschaftsgebiete vertraut sind, dann weiß man in der That nicht, was man dazu sagen soll. Diejenigen, denen selbst der jetzt bereits gewonnene Schatz an empirischer Naturkenntniß nicht genügt, um darauf die Descendenztheorie sicher zu begründen, die werden auch durch keine andere, etwa noch später zu entdeckende Thatsache von ihrer Wahrheit überzeugt werden. Denn man kann sich keine Verhältnisse vorstellen, welche stärkeres und vollgültigeres Zeugniß für die Wahrheit der Abstammungslehre ablegen könnten, als es z. B. die bekannten Thatsachen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie schon jetzt thun. Ich muß Sie hier wiederholt darauf hinweisen, daß alle großen, allgemeinen Gesetze und alle umfassenden Erscheinungsreihen der verschiedensten biologischen Gebiete einzig und allein durch die Entwicklungstheorie (und speciell durch den biologischen Theil derselben, die Descendenztheorie) erklärt und verstanden werden können, und daß sie ohne dieselbe gänzlich unerklärt und unbegriffen bleiben. Sie alle begründen in ihrem inneren ursächlichen Zusammenhang die Descendenztheorie als das größte biologische Inductionsgesetz. Erlauben Sie mir, Ihnen schließ-

lich nochmals alle jene Inductionreihen, alle jene allgemeinen biologischen Gesetze, auf welchen dieses umfassende Entwicklungsgesetz unumstößlich fest ruht, im Zusammenhange zu nennen:

1) Die paläontologische Entwicklungsgeschichte der Organismen, das stufenweise Auftreten und die historische Reihenfolge der verschiedenen Arten und Artengruppen, die empirischen Gesetze des paläontologischen Artenwechsels, wie sie uns durch die Versteinerungskunde geliefert werden, insbesondere die fortschreitende Differenzirung und Vervollkommnung der Thier- und Pflanzengruppen in den auf einander folgenden Perioden der Erdgeschichte.

2) Die individuelle Entwicklungsgeschichte der Organismen, die Embryologie und Metamorphologie, die stufenweisen Veränderungen in der allmählichen Ausbildung des Körpers und seiner einzelnen Organe, namentlich die fortschreitende Differenzirung und Vervollkommnung der Organe und Körperteile in den auf einander folgenden Perioden der individuellen Entwicklung.

3) Der innere ursächliche Zusammenhang zwischen der Ontogenie und Phylogenie, der Parallelismus zwischen der individuellen Entwicklungsgeschichte der Organismen und der paläontologischen Entwicklungsgeschichte ihrer Vorfahren, ein Causalnexus, der durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung thatsächlich begründet wird, und der sich in den Worten zusammenfassen läßt: Die Ontogenie wiederholt in großen Zügen nach den Gesetzen der Vererbung und Anpassung das Gesamtbild der Phylogenie.

4) Die vergleichende Anatomie der Organismen, der Nachweis von der wesentlichen Uebereinstimmung des inneren Baues der verwandten Organismen, trotz der größten Verschiedenheit der äußeren Form bei den verschiedenen Arten; die Erklärung derselben durch die ursächliche Abhängigkeit der inneren Uebereinstimmung des Baues von der Vererbung, der äußeren Ungleichheit der Körperform von der Anpassung.

5) Der innere ursächliche Zusammenhang zwischen der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsge-
schichte, die harmonische Uebereinstimmung zwischen den Gesetzen
der stufenweisen Ausbildung, der fortschreitenden Differenzi-
rung und Vervollkommnung, wie sie uns durch die verglei-
chende Anatomie auf der einen Seite, durch die Ontogenie und Palä-
ontologie auf der anderen Seite klar vor Augen gelegt werden.

6) Die Unzweckmäßigkeitstheorie oder Dysteleologie,
wie ich früher die Wissenschaft von den rudimentären Or-
ganen, von den verkümmerten und entarteten, zwecklosen und un-
thätigen Körpertheilen genannt habe; einer der wichtigsten und in-
teressantesten Theile der vergleichenden Anatomie, welcher, richtig ge-
würdigt, für sich allein schon im Stande ist, den Grundirrtum der
teleologischen und dualistischen Naturbetrachtung zu widerlegen, und
die alleinige Begründung der mechanischen und monistischen Welt-
anschauung zu beweisen.

7) Das natürliche System der Organismen, die na-
türliche Gruppierung aller verschiedenen Formen von Thieren, Pflan-
zen und Protisten in zahlreiche, kleinere und größere, neben und über
einander geordnete Gruppen; der verwandtschaftliche Zusammenhang
der Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen, Klassen, Stämme
u. s. w.; ganz besonders aber die baumförmig verzweigte
Gestalt des natürlichen Systems, welche aus einer naturge-
mäßigen Anordnung und Zusammenstellung aller dieser Gruppenstufen
oder Kategorien sich von selbst ergibt. Die stufenweis verschiedene
Formverwandtschaft derselben ist nur dann erklärlich, wenn man
sie als Ausdruck der wirklichen Blutverwandtschaft betrachtet;
die Baumform des natürlichen Systems kann nur als wirk-
licher Stammbaum der Organismen verstanden werden.

8) Die Chorologie der Organismen, die Wissenschaft
von der räumlichen Verbreitung der organischen Species, von ihrer
geographischen und topographischen Vertheilung über
die Erdoberfläche, über die Höhen der Gebirge und die Tiefen

des Meeres, insbesondere die wichtige Erscheinung, daß jede Organismenart von einem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte“ (richtiger „Urheimath“ oder „Ausbreitungscentrum“ genannt) ausgeht, d. h. von einem einzigen Orte, an welchem dieselbe einmal entstand, und von dem aus sie sich verbreitete.

9) Die Decologie der Organismen, die Wissenschaft von den gesammten Beziehungen der Organismen zur umgebenden Außenwelt, zu den organischen und anorganischen Existenzbedingungen; die sogenannte „Ökonomie der Natur“, die Wechselbeziehungen aller Organismen, welche an einem und demselben Orte mit einander leben, ihre Anpassung an die Umgebung, ihre Umbildung durch den Kampf um's Dasein, insbesondere die Verhältnisse des Parasitismus u. s. w. Gerade diese Erscheinungen der „Naturökonomie“, welche der Laie bei oberflächlicher Betrachtung als die weisen Einrichtungen eines planmäßig wirkenden Schöpfers anzusehen pflegt, zeigen sich bei tieferem Eingehen als die nothwendigen Folgen mechanischer Ursachen.

10) Die Einheit der gesammten Biologie, der tiefe innere Zusammenhang, welcher zwischen allen genannten und allen übrigen Erscheinungsreihen in der Zoologie, Protistik und Botanik besteht, und welcher sich einfach und natürlich aus einem einzigen gemeinsamen Grunde derselben erklärt. Dieser Grund kann kein anderer sein, als die gemeinsame Abstammung aller verschiedenartigen Organismen von einer einzigen, oder mehreren, absolut einfachen Stammformen, gleich den organlosen Moneren. Indem die Descendenztheorie diese gemeinsame Abstammung annimmt, wirft sie sowohl auf jene einzelnen Erscheinungsreihen, als auf die Gesammtheit derselben ein erklärendes Licht, ohne welches sie uns in ihrem inneren ursächlichen Zusammenhang ganz unverständlich bleiben. Die Gegner der Descendenztheorie vermögen uns weder eine einzige von jenen Erscheinungsreihen, noch ihren inneren Zusammenhang unter einander irgendwie zu erklären. So lange sie dies nicht vermögen, bleibt die Abstammungslehre die unentbehrlichste biologische Theorie.

Auf Grund der angeführten großartigen Zeugnisse würden wir Lamarck's Descendenztheorie zur Erklärung der biologischen Phänomene selbst dann annehmen müssen, wenn wir nicht Darwin's Selectionstheorie besäßen. Nun kommt aber dazu, daß die erstere durch die letztere so vollständig direct bewiesen und durch mechanische Ursachen begründet wird, wie wir es nur verlangen können. Die Gesetze der Vererbung und der Anpassung sind allgemein anerkannte physiologische Thatsachen, jene auf die Fortpflanzung, diese auf die Ernährung der Organismen zurückführbar. Andererseits ist der Kampf um's Dasein eine biologische Thatsache, welche mit mathematischer Nothwendigkeit aus dem allgemeinen Mißverhältniß zwischen der Durchschnittszahl der organischen Individuen und der Ueberzahl ihrer Keime folgt. Indem aber Anpassung und Vererbung im Kampf um's Dasein sich in beständiger Wechselwirkung befinden, folgt daraus unvermeidlich die natürliche Züchtung, welche überall und beständig umbildend auf die organischen Arten einwirkt, und neue Arten durch Divergenz des Characters erzeugt. Besonders begünstigt wird ihre Wirksamkeit noch durch die überall stattfindenden activen und passiven Wanderungen der Organismen. Wenn wir diese Umstände recht in Erwägung ziehen, so erscheint uns die beständige und allmähliche Umbildung oder Transmutation der organischen Species als ein biologischer Proceß, welcher nach dem Causalgesetz mit Nothwendigkeit aus der eigenen Natur der Organismen und ihren gegenseitigen Wechselbeziehungen folgen muß.

Daß auch der Ursprung des Menschen aus diesem allgemeinen organischen Umbildungsvorgang erklärt werden muß, und daß er sich aus diesem ebenso einfach als natürlich erklärt, glaube ich Ihnen im vorletzten Vortrage hinreichend bewiesen zu haben. Ich kann aber hier nicht umhin, Sie nochmals auf den ganz unzertrennlichen Zusammenhang dieser sogenannten „Affenlehre“ oder „Pithekontheorie“ mit der gesammten Descendenztheorie hinzuweisen. Wenn die letztere das größte Inductionsgesetz der Biologie ist, so folgt daraus die erstere mit Nothwendigkeit, als das wichtigste Deductionsgesetz

derselben. Beide stehen und fallen mit einander. Da auf das richtige Verständniß dieses Satzes, den ich für höchst wichtig halte und deshalb schon mehrmals hervorgehoben habe, hier Alles ankommt, so erlauben Sie mir, denselben jetzt noch an einem Beispiele zu erläutern.

Bei allen Säugethieren, die wir kennen, ist der Centraltheil des Nervensystems das Rückenmark und das Gehirn, und der Centraltheil des Blutkreislaufs ein vierfächeriges, aus zwei Kammern und zwei Vorkammern zusammengesetztes Herz. Wir ziehen daraus den allgemeinen Inductionsschluß, daß alle Säugethiere ohne Ausnahme, die ausgestorbenen und die uns noch unbekannt lebenden Arten, eben so gut wie die von uns untersuchten Species, die gleiche Organisation, ein gleiches Herz, Gehirn und Rückenmark besitzen. Wenn nun in irgend einem Erdtheile, wie es noch jetzt alljährlich vorkommt, irgend eine neue Säugethierart entdeckt wird, z. B. eine neue Beutelhierart, oder eine neue Hirschart, oder eine neue Affenart, so weiß jeder Zoolog von vornherein, ohne den inneren Bau derselben untersucht zu haben, ganz bestimmt, daß diese Species, eben so wie alle übrigen Säugethiere, ein vierfächeriges Herz, ein Gehirn und ein Rückenmark besitzen muß. Keinem einzigen Naturforscher fällt es ein, daran zu zweifeln, und etwa zu denken, daß das Centralnervensystem bei dieser neuen Säugethierart möglicherweise aus einem Bauchmark mit Schlundring, wie bei den Gliedertieren, oder aus zerstreuten Knotenpaaren, wie bei den Weichtieren bestehen könnte; oder daß das Herz vielkammerig, wie bei den Insecten, oder einammerig, wie bei den Manteltieren sein könnte. Jener ganz bestimmte und sichere Schluß, welcher doch auf gar keiner unmittelbaren Erfahrung beruht, ist ein Deductionsschluß. Ebenso begründete Goethe, wie ich in einem früheren Vortrage zeigte, aus der vergleichenden Anatomie der Säugethiere den allgemeinen Inductionsschluß, daß dieselben sämmtlich einen Zwischenkiefer besitzen, und zog daraus später den besonderen Deductionsschluß, daß auch der Mensch, der in allen übrigen Beziehungen nicht wesentlich von den anderen Säugethieren verschieden sei, einen solchen Zwischenkiefer besitzen müsse. Er behauptete diesen Schluß, ohne den Zwi-

schenkiefer des Menschen wirklich gesehen zu haben und bewies dessen Existenz erst nachträglich durch die wirkliche Beobachtung (S. 76).

Die Induction ist also ein logisches Schlußverfahren aus dem Besonderen auf das Allgemeine, aus vielen einzelnen Erfahrungen auf ein allgemeines Gesetz; die Deduction dagegen schließt aus dem Allgemeinen auf das Besondere, aus einem allgemeinen Naturgesetze auf einen einzelnen Fall. So ist nun auch ohne allen Zweifel die Descendenztheorie ein durch alle genannten biologischen Erfahrungen empirisch begründetes großes Inductionsgesetz; die Pithekoidentheorie dagegen, die Behauptung, daß der Mensch sich aus niederen, und zunächst aus affenartigen Säugethieren entwickelt habe, ein einzelnes Deductionsgesetz, welches mit jenem allgemeinen Inductionsgesetze unzertrennlich verbunden ist.

Der Stammbaum des Menschengeschlechts, dessen ungefähre Umrisse ich Ihnen im vorletzten Vortrage gegeben habe, bleibt natürlich (gleich allen vorher erörterten Stammbäumen der Thiere und Pflanzen) in allen seinen Einzelheiten nur eine mehr oder weniger annähernde genealogische Hypothese. Dies thut aber der Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen im Ganzen keinen Eintrag. Hier, wie bei allen Untersuchungen über die Abstammungsverhältnisse der Organismen, müssen Sie wohl unterscheiden zwischen der allgemeinen oder generellen Descendenz-Theorie, und der besonderen oder speciellen Descendenz-Hypothese. Die allgemeine Abstammungs-Theorie beansprucht volle und bleibende Geltung, weil sie durch alle vorher genannten allgemeinen biologischen Erscheinungsreihen, und durch deren inneren ursächlichen Zusammenhang inductiv begründet wird. Jede besondere Abstammungs-Hypothese dagegen ist in ihrer speciellen Geltung durch den jeweiligen Zustand unserer biologischen Erkenntniß bedingt, und durch die Ausdehnung der objectiven empirischen Grundlage, auf welche wir durch subjective Schlüsse diese Hypothese deductiv gründen. Daher besitzen alle einzelnen Versuche zur Erkenntniß des Stammbaums irgend einer Organismengruppe immer nur einen zeitweiligen und bedingten Werth, und unsere specielle Hypothese darüber

wird immer mehr vervollkommnet werden, je weiter wir in der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie der betreffenden Gruppe fortschreiten. Je mehr wir uns dabei aber in genealogische Einzelheiten verlieren, je weiter wir die einzelnen Aeste und Zweige des Stammbaumes verfolgen, desto unsicherer und subjectiver wird wegen der Unvollständigkeit der empirischen Grundlagen unsere specielle Abstammungs-Hypothese. Dies thut jedoch der Sicherheit der generellen Abstammungs-Theorie, welche das unentbehrliche Fundament für jedes tiefere Verständniß der biologischen Erscheinungen ist, keinen Abbruch. So erleidet es denn auch keinen Zweifel, daß wir die Abstammung des Menschen zunächst aus affenartigen, weiterhin aus niederen Säugethieren, und so immer weiter aus immer tieferen Stufen des Wirbelthierstammes, bis zu dessen tiefsten wirbellosen Wurzeln, ja bis zu einer einfachen Plattide herunter, als allgemeine Theorie mit voller Sicherheit behaupten können und müssen. Dagegen wird die specielle Verfolgung des menschlichen Stammbaums, die nähere Bestimmung der uns bekannten Thierformen, welche entweder wirklich zu den Vorfahren des Menschen gehörten oder diesen wenigstens nächststehende Blutsverwandte waren, stets eine mehr oder minder annähernde Descendenz-Hypothese bleiben, welche um so mehr Gefahr läuft, sich von dem wirklichen Stammbaum zu entfernen, je näher sie demselben durch Auffuchung der einzelnen Ahnenformen zu kommen sucht. Dies ist mit Nothwendigkeit durch die ungeheure Lückenhaftigkeit unserer paläontologischen Kenntnisse bedingt, welche unter keinen Umständen jemals eine annähernde Vollständigkeit erreichen werden.

Aus der denkenden Erwägung dieses wichtigen Verhältnisses ergibt sich auch bereits die Antwort auf eine Frage, welche gewöhnlich zunächst bei Besprechung dieses Gegenstandes aufgeworfen wird, nämlich die Frage nach den wissenschaftlichen Beweisen für den thierischen Ursprung des Menschengeschlechts. Nicht allein die Gegner der Descendenztheorie, sondern auch viele Anhänger derselben, denen die gehörige philosophische Bildung mangelt, pflegen dabei vorzugsweise an einzelne Erfahrungen, an specielle empirische Fortschritte

der Naturwissenschaft zu denken. Man erwartet, daß plötzlich die Entdeckung einer geschwänzten Menschenrasse oder einer sprechenden Affenart, oder einer anderen lebenden oder fossilen Uebergangsform zwischen Menschen und Affen, die zwischen beiden bestehende enge Kluft noch mehr ausfüllen, und somit die Abstammung des Menschen vom Affen empirisch „beweisen“ soll. Derartige einzelne Erfahrungen, und wären sie anscheinend noch so überzeugend und beweiskräftig, können aber niemals den gewünschten Beweis liefern. Gedankenlose oder mit den biologischen Erscheinungsreihen unbekannte Leute werden jenen einzelnen Zeugnissen immer dieselben Einwände entgegen halten können, die sie unserer Theorie auch jetzt entgegen halten.

Die unumstößliche Sicherheit der Descendenz-Theorie, auch in ihrer Anwendung auf den Menschen, liegt vielmehr viel tiefer, und kann niemals bloß durch einzelne empirische Erfahrungen, sondern nur durch philosophische Vergleichung und Verwerthung unseres gesammten biologischen Erfahrungsschatzes in ihrem wahren inneren Werthe erkannt werden. Sie liegt eben darin, daß die Descendenztheorie als ein allgemeines Inductionsgesetz aus der vergleichenden Synthese aller organischen Naturerscheinungen, und insbesondere aus der dreifachen Parallele der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Phylogenie mit Nothwendigkeit folgt; und die Pithekoidentheorie bleibt unter allen Umständen (ganz abgesehen von allen Einzelbeweisen) ein specieller Deductions-schluß, welcher wieder aus dem generellen Inductionsgesetz der Descendenztheorie mit Nothwendigkeit gefolgert werden muß.

Auf das richtige Verständniß dieser philosophischen Begründung der Descendenztheorie und der mit ihr unzertrennlich verbundenen Pithekoidentheorie kömmt meiner Ansicht nach Alles an. Viele von Ihnen werden mir dies vielleicht zugeben, aber mit zugleich entgegen halten, daß das Alles nur von der körperlichen, nicht von der geistigen Entwicklung des Menschen gelte. Da wir nun bisher uns bloß mit der ersteren beschäftigt haben, so ist es wohl nothwendig, hier auch noch auf die letztere einen Blick zu werfen, und zu zeigen, daß auch sie jenem großen allgemeinen Entwicklungsgesetze

unterworfen ist. Dabei ist es vor Allem nothwendig, sich in's Gedächtniß zurückzurufen, wie überhaupt das Geistige vom Körperlichen nie völlig geschieden werden kann, beide Seiten der Natur vielmehr ungetrennlich verbunden sind, und in der innigsten Wechselwirkung mit einander stehen. Wie schon Goethe klar aussprach, „kann die Materie nie ohne Geist, der Geist nie ohne Materie existiren und wirksam sein“. Der künstliche Zwiespalt, welchen die falsche dualistische und teleologische Philosophie der Vergangenheit zwischen Geist und Körper, zwischen Kraft und Stoff aufrecht erhielt, ist durch die Fortschritte der Naturerkenntniß und namentlich der Entwicklungslehre aufgelöst, und kann gegenüber der siegreichen mechanischen und monistischen Philosophie unserer Zeit nicht mehr bestehen. Wie demgemäß die Menschennatur in ihrer Stellung zur übrigen Welt aufgefaßt werden muß, hat in neuerer Zeit besonders Radenhausen in seiner vortrefflichen und sehr lesenswerthen *Fiß* ausführlich erörtert³³).

Was nun speciell den Ursprung des menschlichen Geistes oder der Seele des Menschen betrifft, so nehmen wir zunächst an jedem menschlichen Individuum wahr, daß sich derselbe von Anfang an schrittweise und allmählich entwickelt, ebenso wie der Körper. Wir sehen am neugeborenen Kinde, daß dasselbe weder selbstständiges Bewußtsein, noch überhaupt klare Vorstellungen besitzt. Diese entstehen erst allmählich, wenn mittelst der sinnlichen Erfahrung die Erscheinungen der Außenwelt auf das Centralnervensystem einwirken. Aber noch entbehrt das kleine Kind aller jener differenzirten Seelenbewegungen, welche der erwachsene Mensch erst durch langjährige Erfahrung erwirbt. Aus dieser stufenweisen Entwicklung der Menschenseele in jedem einzelnen Individuum können wir nun, gemäß dem innigen ursächlichen Zusammenhang zwischen Ontogenie und Phylogenie, unmittelbar auf die stufenweise Entwicklung der Menschenseele in der ganzen Menschheit und weiterhin in dem ganzen Wirbelthierstamme zurückschließen. In unzertrennlicher Verbindung mit dem Körper hat auch der Geist des Menschen alle jene langsamen Stufen der Entwicklung, alle jene einzelnen Schritte der Differenzirung und Vervollkommnung durchmessen müssen,

von welchen Ihnen die hypothetische Ahnenreihe des Menschen im vorletzten Vortrage ein ungefähres Bild gegeben hat.

Allerdings pflegt gerade diese Vorstellung bei den meisten Menschen, wenn sie zuerst mit der Entwicklungslehre bekannt werden, den größten Anstoß zu erregen, weil sie am meisten den hergebrachten mythologischen Anschauungen und den durch ein Alter von Jahrtausenden geheiligten Vorurtheilen widerspricht. Allein eben so gut wie alle anderen Funktionen der Organismen muß nothwendig auch die Menschenseele sich historisch entwickelt haben, und die vergleichende Seelenlehre oder die empirische Psychologie der Thiere zeigt uns klar, daß diese Entwicklung nur gedacht werden kann als eine stufenweise Hervorbildung aus der Wirbelthierseele, als eine allmähliche Differenzirung und Bervollkommnung, welche erst im Laufe vieler Jahrtausende zu dem herrlichen Triumph des Menschengeistes über seine niederen thierischen Ahnenstufen geführt hat. Hier, wie überall, ist die Untersuchung der Entwicklung und die Vergleichung der verwandten Erscheinungen der einzige Weg, um zur Erkenntniß der natürlichen Wahrheit zu gelangen. Wir müssen also vor Allem, wie wir es auch bei Untersuchung der körperlichen Entwicklung thaten, die höchsten thierischen Erscheinungen einerseits mit den niedersten thierischen, andrerseits mit den niedersten menschlichen Erscheinungen vergleichen. Das Endresultat dieser Vergleichung ist, daß zwischen den höchstentwickelten Thierseelen und den tiefstentwickelten Menschenseelen nur ein geringer quantitativer, aber kein qualitativer Unterschied existirt, und daß dieser Unterschied viel geringer ist, als der Unterschied zwischen den niedersten und höchsten Menschenseelen, oder als der Unterschied zwischen den höchsten und niedersten Thierseelen.

Um sich von der Begründung dieses wichtigen Resultates zu überzeugen, muß man vor Allem das Geistesleben der wilden Naturvölker und der Kinder vergleichend studiren³²). Auf der tiefsten Stufe menschlicher Geistesbildung stehen die Australier, einige Stämme der polynesischen Papuas, und in Afrika die Buschmänner, die Hottentotten und einige Stämme der Neger. Die Sprache, der wichtigste Charakter

des echten Menschen, ist bei ihnen auf der tiefsten Stufe der Ausbildung stehen geblieben, und damit natürlich auch die Begriffsbildung. Manche dieser wilden Stämme haben nicht einmal eine Bezeichnung für Thier, Pflanze, Ton, Farbe und dergleichen einfachste Begriffe, wogegen sie für jede einzelne auffallende Thier- oder Pflanzenform, für jeden einzelnen Ton oder Farbe ein Wort besitzen. Es fehlen also selbst die nächstliegenden Abstractionen. In vielen solcher Sprachen giebt es bloß Zahlwörter für Eins, Zwei und Drei; keine australische Sprache zählt über Vier. Sehr viele wilde Völker können nur bis zehn oder zwanzig zählen, während man einzelne sehr geschulte Hunde dazu gebracht hat, bis vierzig und selbst über sechzig zu zählen. Und doch ist die Zahl der Anfang der Mathematik! Nichts ist aber vielleicht in dieser Beziehung merkwürdiger, als daß einzelne von den wildesten Stämmen im südlichen Asien und östlichen Afrika von der ersten Grundlage aller menschlichen Gesittung, vom Familienleben und der Ehe, gar keinen Begriff haben. Sie leben in Heerden beisammen, wie die Affen, größtentheils auf Bäumen kletternd und Früchte verzehrend; sie kennen das Feuer noch nicht, und gebrauchen als Waffen nur Steine und Knüppel, wie es auch die höheren Affen thun. Alle Versuche, diese und viele andere Stämme der niederen Menschenarten der Kultur zugänglich zu machen, sind bisher gescheitert; es ist unmöglich, da menschliche Bildung pflanzen zu wollen, wo der nöthige Boden dazu, die menschliche Gehirnvervollkommnung, noch fehlt. Noch keiner von jenen Stämmen ist durch die Kultur veredelt worden; sie gehen nur rascher dadurch zu Grunde. Sie haben sich kaum über jene tiefste Stufe des Uebergangs vom Menschenaffen zum Affenmenschen erhoben, welche die Stammeltern der höheren Menschenarten schon seit Jahrtausenden überschritten haben⁴⁴).

Betrachten Sie nun auf der anderen Seite die höchsten Entwicklungsstufen des Seelenlebens bei den höheren Wirbeltieren, namentlich Vögeln und Säugethieren. Wenn Sie in herkömmlicher Weise als die drei Hauptgruppen der verschiedenen Seelenbewegungen das Empfinden, Wollen und Denken unterscheiden, so finden Sie, daß in

jeder dieser Beziehungen die höchst entwickelten Vögel und Säugethiere jenen niedersten Menschenformen sich an die Seite stellen, oder sie selbst entschieden überflügeln. Der Wille ist bei den höheren Thieren ebenso entschieden und stark, wie bei charaktervollen Menschen entwickelt. Hier wie dort ist er eigentlich niemals frei, sondern stets durch eine Kette von ursächlichen Vorstellungen bedingt (vergl. S. 212). Auch stufen sich die verschiedenen Grade des Willens, der Energie und der Leidenschaft bei den höheren Thieren ebenso mannichfaltig, als bei den Menschen ab. Die E m p f i n d u n g e n der höheren Thiere sind nicht weniger zart und warm, als die der Menschen. Die Treue und Anhänglichkeit des Hundes, die Mutterliebe der Löwin, die Gattenliebe und eheliche Treue der Tauben und der Inseparables ist sprichwörtlich, und wie vielen Menschen könnte sie zum Muster dienen! Wenn man hier die Tugenden als „Instinkte“ zu bezeichnen pflegt, so verdienen sie beim Menschen ganz dieselbe Bezeichnung. Was endlich das Denken betrifft, dessen vergleichende Betrachtung zweifelsohne die meisten Schwierigkeiten bietet, so läßt sich doch schon aus der vergleichenden psychologischen Untersuchung, namentlich der kultivirten Hausthiere, so viel mit Sicherheit entnehmen, daß die Vorgänge des Denkens hier nach denselben Gesetzen, wie bei uns, erfolgen. Ueberall liegen Erfahrungen den Vorstellungen zu Grunde und vermitteln die Erkenntniß des Zusammenhangs zwischen Ursache und Wirkung. Ueberall ist es, wie beim Menschen, der Weg der Induction und Deduction, welcher zur Bildung der Schlüsse führt. Offenbar stehen in allen diesen Beziehungen die höchst entwickelten Thiere dem Menschen viel näher als den niederen Thieren, obgleich sie durch eine lange Kette von allmählichen Zwischenstufen auch mit den letzteren verbunden sind. In Wundts trefflichen Vorlesungen über die Menschen- und Thierseele⁴⁶⁾ finden sich dafür eine Menge von Belegen.

Wenn Sie nun, nach beiden Richtungen hin vergleichend, die niedersten affenähnlichsten Menschen, die Australneger, Buschmänner, Andamanen u. s. w. einerseits mit diesen höchstentwickelten Thieren, z. B. Affen, Hunden, Elephanten, andererseits mit den höchstentwickelten

Menschen, einem Aristoteles, Newton, Spinoza, Kant, Lamarck, Goethe zusammenstellen, so wird Ihnen die Behauptung nicht mehr übertrieben erscheinen, daß das Seelenleben der höheren Säugethiere sich stufenweise zu demjenigen des Menschen entwickelt hat. Wenn Sie hier eine scharfe Grenze ziehen wollten, so müßten Sie dieselbe geradezu zwischen den höchstentwickelten Kulturmenschen einerseits und den rohesten Naturmenschen andererseits ziehen, und letztere mit den Thieren vereinigen. Das ist in der That die Ansicht vieler Reisender, welche jene niedersten Menschenrassen in ihrem Vaterlande andauernd beobachtet haben. So sagt z. B. ein vielgereister Engländer, welcher längere Zeit an der afrikanischen Westküste lebte: „den Neger halte ich für eine niedere Menschenart (Species) und kann mich nicht entschließen, als „Mensch und Bruder“ auf ihn herabzuschauen, man müßte denn auch den Gorilla in die Familie aufnehmen“. Selbst viele christliche Missionäre, welche nach jahrelanger vergeblicher Arbeit von ihren fruchtlosen Civilisationsbestrebungen bei den niedersten Völkern abstanden, fällen dasselbe harte Urtheil, und behaupten, daß man eher die bildungsfähigen Hausthiere, als diese unvernünftigen viehischen Menschen zu einem gesitteten Kulturleben erziehen könne. Der tüchtige österreichische Missionär Morlang z. B., welcher ohne allen Erfolg viele Jahre hindurch die affenartigen Negerstämme am oberen Nil zu civilisiren suchte, sagt ausdrücklich, „daß unter solchen Wilden jede Mission durchaus nutzlos sei. Sie ständen weit unter den unvernünftigen Thieren; diese letzteren legten doch wenigstens Zeichen der Zuneigung gegen Diejenigen an den Tag, die freundlich gegen sie sind; während jene viehischen Eingeborenen allen Gefühlen der Dankbarkeit völlig unzugänglich seien.“

Wenn nun aus diesen und vielen anderen Zeugnissen zuverlässig hervorgeht, daß die geistigen Unterschiede zwischen den niedersten Menschen und den höchsten Thieren geringer sind, als diejenigen zwischen den niedersten und den höchsten Menschen, und wenn Sie damit die Thatsache zusammenhalten, daß bei jedem einzelnen Menschenkinde sich das Geistesleben aus dem tiefsten Zustande thierischer Bewußtlosigkeit

heraus langsam, stufenweise und allmählich entwickelt, sollen wir dann noch daran Anstoß nehmen, daß auch der Geist des ganzen Menschengeschlechts sich in gleicher Art langsam und stufenweise historisch entwickelt hat? Und sollen wir in dieser Thatsache, daß die Menschenseele durch einen langen und langsamen Proceß der Differenzirung und vervollkommnung sich ganz allmählich aus der Wirbelthierseele hervorgebildet hat, eine „Entwürdigung“ des menschlichen Geistes finden? Ich gestehe Ihnen offen, daß diese letztere Anschauung, welche gegenwärtig von vielen Menschen der Pithekoidentheorie entgegengehalten wird, mir ganz unbegreiflich ist. Sehr richtig sagt darüber Bernhard Cotta in seiner trefflichen Geologie der Gegenwart: „Unsere Vorfahren können uns sehr zur Ehre gereichen; viel besser noch aber ist es, wenn wir ihnen zur Ehre gereichen“²¹).

Unsere Entwicklungslehre erklärt den Ursprung des Menschen und den Lauf seiner historischen Entwicklung in der einzig natürlichen Weise. Wir erblicken in seiner stufenweise aufsteigenden Entwicklung aus den niederen Wirbelthieren den höchsten Triumph der Menschennatur über die gesammte übrige Natur. Wir sind stolz darauf, unsere niederen thierischen Vorfahren so unendlich weit überflügelt zu haben, und entnehmen daraus die tröstliche Gewißheit, daß auch in Zukunft das Menschengeschlecht im Großen und Ganzen die ruhmvolle Bahn fortschreitender Entwicklung verfolgen, und eine immer höhere Stufe geistiger Vollkommenheit erklimmen wird. In diesem Sinne betrachtet, eröffnet uns die Descendenztheorie in ihrer Anwendung auf den Menschen die ermutigendste Aussicht in die Zukunft, und entkräftet alle jene ängstlichen Befürchtungen, welche man ihrer Verbreitung entgegen gehalten hat.

Schon jetzt läßt sich mit Bestimmtheit voraussehen, daß der vollständige Sieg unserer Entwicklungslehre unermeslich reiche Früchte tragen wird, Früchte, die in der ganzen Kulturgeschichte der Menschheit ohne Gleichen sind. Die nächste und unmittelbarste Folge desselben, die gänzliche Reform der Biologie, wird nothwendig die noch wichtigere und folgenreichere Reform der Anthropologie nach

sich ziehen. Aus dieser neuen Menschenlehre wird sich eine neue Philosophie entwickeln, nicht gleich den meisten der bisherigen luftigen Systeme auf metaphysische Speculationen, sondern auf den realen Boden der vergleichenden Zoologie gegründet. Schon jetzt hat der geistvolle englische Philosoph Herbert Spencer⁴⁵⁾ dazu einen Anfang gemacht. Wie aber diese neue monistische Philosophie uns einerseits erst das wahre Verständniß der wirklichen Welt eröffnet, so wird sie andererseits in ihrer segensreichen Anwendung auf das praktische Menschenleben uns einen neuen Weg der moralischen Vervollkommnung eröffnen. Mit ihrer Hülfe werden wir endlich anfangen, uns aus dem traurigen Zustande socialer Barbarei emporzuarbeiten, in welchen wir, trotz der vielgerühmten Civilisation unseres Jahrhunderts, immer noch versunken sind. Denn leider ist nur zu wahr, was der berühmte Alfred Wallace in dieser Beziehung am Schlusse seines Reisewerks⁴⁶⁾ bemerkt: „Verglichen mit unseren erstaunlichen Fortschritten in den physikalischen Wissenschaften und in ihrer praktischen Anwendung bleibt unser System der Regierung, der administrativen Justiz, der Nationalerziehung, und unsere ganze sociale und moralische Organisation in einem Zustande der Barbarei“.

Diese sociale und moralische Barbarei werden wir nimmermehr durch die gekünstelte und geschraubte Erziehung, durch den einseitigen und mangelhaften Unterricht, durch die innere Unwahrheit und den äußeren Aufspuß unserer heutigen Civilisation überwinden. Vielmehr ist dazu vor allem eine vollständige und aufrichtige Umkehr zur Natur und zu natürlichen Verhältnissen nothwendig. Diese Umkehr wird aber erst möglich, wenn der Mensch seine wahre „Stellung in der Natur“ erkennt und begreift. Dann wird sich der Mensch, wie Friß Ratzel⁴⁷⁾ treffend bemerkt, „nicht länger als eine Ausnahme von den Naturgesetzen betrachten, sondern wird endlich anfangen, das Gesetzmäßige in seinen eigenen Handlungen und Gedanken aufzusuchen, und streben, sein Leben den Naturgesetzen gemäß zu führen. Er wird dahin kommen, das Zusammenleben mit Seinesgleichen, d. h. die Familie und den Staat, nicht nach den Sagenen fernere Jahrhunderte,

sondern nach den vernünftigen Principien einer naturgemäßen Erkenntniß einzurichten. Politik, Moral, Rechtsgrundsätze, welche jetzt noch aus allen möglichen Quellen gespeist werden, werden nur den Naturgesetzen entsprechend zu gestalten sein. Das menschenwürdige Dasein, von welchem seit Jahrtausenden gefabelt wird, wird endlich zur Wahrheit werden“.

Die höchste Leistung des menschlichen Geistes ist die vollkommene Erkenntniß, das entwickelte Menschenbewußtsein, und die daraus entspringende sittliche Thatkraft. „Erkenne Dich selbst“! So riefen schon die Philosophen des Alterthums dem nach Veredelung strebenden Menschen zu. „Erkenne Dich selbst“! So ruft die Entwicklungslehre nicht allein dem einzelnen menschlichen Individuum, sondern der ganzen Menschheit zu. Und wie die fortschreitende Selbsterkenntniß für jeden einzelnen Menschen der mächtigste Hebel zur sittlichen Vervollkommnung wird, so wird auch die Menschheit als Ganzes durch die Erkenntniß ihres wahren Ursprungs und ihrer wirklichen Stellung in der Natur auf eine höhere Bahn der moralischen Vollendung geleitet werden. Die einfache Naturreligion, welche sich auf das klare Wissen von der Natur und ihren unerforschlichen Offenbarungsschöpfungen gründet, wird zukünftig in weit höherem Maaße veredelnd und vervollkommnend auf den Entwicklungsgang der Menschheit einwirken, als die mannichfaltigen Kirchenreligionen der verschiedenen Völker, welche auf dem blinden Glauben an die dunklen Geheimnisse einer Priesterkaste und ihre mythologischen Offenbarungen beruhen. Kommende Jahrhunderte werden unsere Zeit, welcher mit der wissenschaftlichen Begründung der Abstammungslehre der höchste Preis menschlicher Erkenntniß beschieden war, als den Zeitpunkt feiern, mit welchem ein neues segensreiches Zeitalter der menschlichen Entwicklung beginnt, charakterisirt durch den Sieg des freien erkennenden Geistes über die Gewaltherrschaft der Autorität, und durch den mächtig veredelnden Einfluß der monistischen Philosophie.

Verzeichniß

der im Texte mit Ziffern angeführten Schriften,
deren Studium dem Leser zu empfehlen ist.

1. Charles Darwin, *On the Origin of Species by means of natural selection (or the preservation of favoured races in the struggle for life)*. London 1859. (V. Edition: 1869.) Ins Deutsche übersetzt von H. G. Bronn unter dem Titel: Charles Darwin, über die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzen-Reich durch natürliche Züchtung, oder Erhaltung der vervollkommneten Rassen im Kampfe um's Dasein. Stuttgart 1860 (III. Auflage durchgesehen und berichtigt von Victor Carus: 1867).

2. Jean Lamarck, *Philosophie zoologique, ou Exposition des Considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux; à la diversité de leur organisation et des facultés, qu'ils en obtiennent; aux causes physiques, qui maintiennent en eux la vie et donnent lieu aux mouvemens, qu'ils exécutent; enfin, à celles qui produisent, les unes le sentiment, et les autres l'intelligence de ceux qui en sont doués*. II Tomes. Paris 1809.

3. Wolfgang Goethe, *Zur Morphologie: Bildung und Umbildung organischer Naturen. Die Metamorphose der Pflanzen* (1790). *Osteologie* (1786). Vorträge über die drei ersten Capitel des Entwurfs einer allgemeinen Einleitung in die vergleichende Anatomie, ausgehend von der Osteologie (1786). *Zur Naturwissenschaft im Allgemeinen* (1780—1832).

4. Ernst Haeckel, *Generelle Morphologie der Organismen: Allgemeine Grundzüge der organischen Formenwissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte Descendenztheorie*. I. Band: Allgemeine Anatomie der Organismen oder Wissenschaft von den entwickelten organischen Formen. II. Band: Allgemeine Entwicklungsgeschichte der Organismen oder Wissenschaft von den entstehenden organischen Formen. Berlin 1866.

5. Louis Agassiz, *An Essay on classification. Contributions to the natural history of the united States*. Boston. Vol. I. 1857.

6. August Schleicher, Die Darwin'sche Theorie und die Sprachwissenschaft. Weimar 1863.
7. M. J. Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik (die Botanik als inductive Wissenschaft). 2 Bände. Leipzig 1849.
8. Franz Unger, Versuch einer Geschichte der Pflanzenwelt. Wien 1852.
9. Victor Carus, System der thierischen Morphologie. Leipzig 1853.
10. Louis Büchner, Kraft und Stoff. Empirisch-naturphilosophische Studien in allgemein verständlicher Darstellung. Frankfurt 1855 (III. Auflage). 1867 (IX. Auflage).
11. Charles Lyell, Principles of Geology. London 1830. (X Edit. 1868.)
12. Albert Lange, Geschichte des Materialismus und Kritik seiner Bedeutung in der Gegenwart. Iserlohn 1866.
13. Charles Darwin, Naturwissenschaftliche Reisen. Deutsch von Ernst Dieffenbach. 2 Theile. Braunschweig 1844.
14. Charles Darwin, the variation of animals and plants under domestication. 2 Vol. London 1868. Ins Deutsche übersetzt von Victor Carus unter dem Titel: Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation. 2 Bde. Stuttgart 1868.
15. Ernst Haeckel, Studien über Moneren und andere Protisten, nebst einer Rede über Entwicklungsgang und Aufgabe der Zoologie. Mit 6 Kupfertafeln. Leipzig 1870.
16. Friedrich Müller, Für Darwin. Leipzig 1864.
17. Thomas Huxley, Ueber unsere Kenntniß von den Ursachen der Erscheinungen in der organischen Natur. Sechs Vorlesungen für Laien. Uebersetzt von Carl Vogt. Braunschweig 1865.
18. H. G. Bronn, Morphologische Studien über die Gestaltungsgesetze der Naturkörper überhaupt, und der organischen insbesondere. Leipzig und Heidelberg 1858.
19. H. G. Bronn, Untersuchungen über die Entwicklungsgesetze der organischen Welt während der Bildungszeit unserer Erdoberfläche. Stuttgart 1858.
20. Carl Ernst Bär, Ueber Entwicklungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion. 2 Bde. 1828.
21. Carl Gegenbaur, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1859 (II. umgearbeitete Auflage 1870).
22. Immanuel Kant, Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newton'schen Grundsätzen abgehandelt. Königsberg 1755.

23. Ernst Haeckel, Die Radiolarien. Eine Monographie. Mit einem Atlas von 35 Kupfertafeln. Berlin 1862.

24. August Weismann, Ueber den Einfluß der Isolirung auf die Artbildung. Leipzig 1872.

25. Ernst Haeckel, Ueber die Entstehung und den Stammbaum des Menschengeschlechts. Zwei Vorträge in der Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge, herausgegeben von Virchow und Holyendorff. Berlin 1868. (II. Auflage, 1870.)

26. Thomas Huxley, Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur. Drei Abhandlungen: Ueber die Naturgeschichte der menschenähnlichen Affen. Ueber die Beziehungen des Menschen zu den nächstniederen Thieren. Ueber einige fossile menschliche Ueberreste. Uebersetzt von Victor Carus. Braunschweig 1863.

27. Carl Vogt, Vorlesungen über den Menschen, seine Stellung in der Schöpfung und in der Geschichte der Erde. 2 Bde. Gießen 1863.

28. Friedrich Rolle, Der Mensch, seine Abstammung und Gestattung im Lichte der Darwin'schen Lehre von der Art-Entstehung und auf Grund der neueren geologischen Entdeckungen dargestellt. Frankfurt a./M. 1866.

29. Eduard Reich, Die allgemeine Naturlehre des Menschen. Gießen 1865.

30. Charles Lyell, Das Alter des Menschengeschlechts auf der Erde und der Ursprung der Arten durch Abänderung, nebst einer Beschreibung der Eiszeit in Europa und America. Uebersetzt mit Zusätzen von Louis Büchner. Leipzig 1864.

31. Bernhard Cotta, Die Geologie der Gegenwart. Leipzig 1866.

32. Karl Zittel, Aus der Urzeit. Bilder aus der Schöpfungsgeschichte. München 1871.

33. C. Radenhausen, Isis. Der Mensch und die Welt. 4 Bde. Hamburg 1863. (II. Auflage 1871).

34. August Schleicher, Ueber die Bedeutung der Sprache für die Naturgeschichte des Menschen. Weimar 1865.

35. Wilhelm Bleek, Ueber den Ursprung der Sprache. Herausgegeben mit einem Vorwort von Ernst Haeckel. Weimar 1868.

36. Alfred Russel Wallace, der malayische Archipel. Deutsch von A. B. Meyer. 2 Bde. Braunschweig 1869.

37. Ernst Haeckel, Ueber Arbeitstheilung in Natur- und Menschenleben. Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge, herausgegeben von Virchow und Holyendorff. IV. Serie. 1869. Heft 78.

38. Hermann Helmholtz, Populäre wissenschaftliche Vorträge. Braunschweig 1871.

39. Alexander Humboldt, Ansichten der Natur. Stuttgart 1826.

40. Moritz Wagner, Die Darwinsche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen. Leipzig 1868.

41. Rudolf Virchow, Vier Neben über Leben und Kranksein. Berlin 1862.

42. Friedrich Müller, Ethnographie (Reise der österreichischen Fregatte Novara. Anthropologischer Theil. III. Abtheilung) Wien 1868.

43. Ludwig Büchner, Die Stellung des Menschen in der Natur, in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Leipzig 1870.

44. John Lubbock, Prehistoric Times. London 1867.

45. Herbert Spencer, A System of Philosophy (1. First Principles. 2. Principles of Biology. 3. Principles of Psychology etc.). London 1867. II. Edition.

46. Wilhelm Wundt, Vorlesungen über die Menschen- und Thierseele. Leipzig 1863.

47. Fritz Haeckel, Sein und Werden der organischen Welt. Eine populäre Schöpfungsgeschichte. Leipzig 1869.

48. Charles Darwin, The descent of man, and selection in relation to sex. 2 Voll. London 1871. Ins Deutsche übersezt von Victor Carus unter dem Titel: „Die Abstammung des Menschen und die geschlechtliche Zuchtwahl“. 2 Bde. Stuttgart 1871.

N u h a n g.

Erklärung der Tafeln.

Taf. I (Titelkupfer).

Lebensgeschichte eines einfachsten Organismus, eines Moneres (*Protomyxa aurantiaca*). Vergl. S. 165 und S. 379. Das Titelbild ist eine verkleinerte Copie der Abbildungen, welche ich in meiner „Monographie der Moneren“ (Biologische Studien, 1. Heft, 1870; Taf. 1) von der Entwicklungsgeschichte der *Protomyxa aurantiaca* gegeben habe. Dort findet sich auch die ausführliche Beschreibung dieses merkwürdigen Moneres (S. 11—30). Ich habe diesen einfachsten Organismus im Januar 1867 während meines Aufenthaltes auf der canarischen Insel Lanzarote entdeckt; und zwar fand ich ihn festhängend oder umherkriechend auf den weißen Kalkschalen eines kleinen Cephalopoden, (S. 473), der *Spirula Peronii*, welche daselbst massenhaft auf der Meeresoberfläche schwimmen und an den Strand geworfen werden. *Protomyxa aurantiaca* zeichnet sich vor den übrigen Moneren durch die schöne und lebhafte orangerothe Farbe ihres ganz einfachen Körpers aus, der lediglich aus Urschleim oder Protoplasma besteht. Das vollkommen entwickelte Moner ist in Fig. 11 und 12 stark vergrößert dargestellt. Wenn dasselbe hungert (Fig. 11), strahlen von der Oberfläche des kugligen Schleimkörperchens ringsum Massen von baumförmig verästelten beweglichen Schleimfäden (Scheinfüßchen oder Pseudopodien) aus, welche sich nicht netzförmig verbinden. Wenn aber das Moner frisst (Fig. 12), treten diese Schleimfäden vielfach mit einander in Verbindung, bilden veränderliche Netze und umspinnen die zur Nahrung dienenden fremden Körperchen, welche sie nachher in die Mitte des *Protomyxa*-Körpers hineinziehen. So wird eben in Fig. 12 (oben rechts) ein kiefelschaliger bewimpertes Geißelschwärmer (*Peridinium*, S. 377, 383) von den ausgestreckten Schleimfäden gefangen und nach der Mitte des Schleimkugelhens hingezogen, in welchem bereits mehrere halbverbaute kiefelschalige Infusorien (Tintin-

noiden) und Diatomeen (Fahnen) liegen. Wenn nun die Protomyxa genug gefressen hat und gewachsen ist, zieht sie ihre Schleimfäden alle ein (Fig. 15) und zieht sich kugelig zusammen (Fig. 16 und Fig. 1). In diesem Ruhezustande schmilzt die Kugel eine gallertige structurlose Hülle aus (Fig. 2) und zerfällt nach einiger Zeit in eine große Anzahl kleiner Schleimkügelchen (Fig. 3). Diese fangen bald an, sich zu bewegen, nehmen Birnform an (Fig. 4), durchbrechen die gemeinsame Hülle (Fig. 5) und schwimmen nun mittelst eines haarfeinen, geißelförmigen Fortsatzes frei im Meere umher, wie Geißelschwärmer oder Flagellaten (S. 383, Fig. 11). Wenn sie nun eine Spirula=Schale oder einen anderen passenden Gegenstand antreffen, lassen sie sich auf diesem nieder, ziehen ihre Geißel ein und kriechen mittelst formwechselnder Fortsätze langsam auf demselben umher (Fig. 6, 7, 8), wie Protamoeben (S. 167, 378). Diese kleinen Schleimkörperchen nehmen Nahrung auf (Fig. 9, 10) und gehen entweder durch einfaches Wachsthum oder, indem mehrere zu einem größeren Schleimkörper (Plasmodium) verschmelzen (Fig. 13, 14) in die erwachsene Form über (Fig. 11, 12).

Taf. II und III (zwischen S. 272 und 273).

Keime oder Embryen von vier verschiedenen Wirbelthieren, nämlich Schildkröte (A und E), Huhn (B und F), Hund (C und G), Mensch (D und H). Fig. A—D stellt ein früheres, Fig. E—H ein späteres Stadium der Entwicklung dar. Alle acht Embryen sind von der rechten Seite gesehen, den gewölbten Rücken nach links gewendet. Fig. A und B sind siebenmal, Fig. C und D fünfmal, Fig. E—H viermal vergrößert. Taf. II erläutert die ganz nahe Blutsverwandtschaft der Reptilien und Vögel, Taf. III dagegen diejenige des Menschen und der übrigen Säugethiere.

Taf. IV (zwischen S. 362 und 363).

Hand oder Vorderfuß von neun verschiedenen Säugethieren. Diese Tafel soll die Bedeutung der vergleichenden Anatomie für die Phylogenie erläutern, indem sie nachweist, wie sich die innere Skeletform der Gliedmaßen durch Vererbung beständig erhält, trotzdem die äußere Form durch Anpassung außerordentlich verändert wird. Die Knochen des Hand-Skelets sind weiß in das braune Fleisch und die Haut eingezeichnet, von denen sie umschlossen werden. Alle neun Hände sind genau in derselben Lage dargestellt, nämlich die Handwurzel (an welche sich oben der Arm ansetzen würde) nach oben gerichtet, die Finger- oder Zehenspitzen nach unten. Der Daumen oder die erste (große) Vorderzehe ist in jeder Figur links, der kleine Finger oder die fünfte Zehe dagegen rechts am Rande der Hand sichtbar. Jede Hand besteht aus drei Theilen, näm-

lich I. der Handwurzel (Carpus), welche aus zwei Querreihen von kurzen Knochen zusammengesetzt ist (am oberen Rande der Hand); II. der Mittelhand (Metacarpus), welche aus fünf langen und starken Knochen zusammengesetzt ist (in der Mitte der Hand, durch die Ziffern 1—5 bezeichnet); und III. den fünf Fingern oder Vorderzehen (Digiti), von denen jede wieder aus mehreren (meist 2—3) Zehengliedern (Phalanges) besteht. Die Hand des Menschen (Fig. 1) steht ihrer ganzen Bildung nach in der Mitte zwischen derjenigen der beiden nächstverwandten großen Menschenaffen, nämlich des Gorilla (Fig. 2) und des Orang (Fig. 3). Weiter entfernt sich davon schon die Vorderpfote des Hundes (Fig. 4) und noch vielmehr die Hand oder die Brustflosse des Seehundes (Fig. 5). Noch vollständiger als bei letzterem wird die Anpassung der Hand an die Schwimm-Bewegung und ihre Umbildung zur Ruderflosse beim Delfin (Ziphius, Fig. 6). Während hier die in der Schwimmhaut ganz versteckten Finger und Mittelhandknochen kurz und stark bleiben, werden sie dagegen außerordentlich lang und dünn bei der Fledermaus (Fig. 7), wo sich die Hand zum Flügel ausbildet. Den äußersten Gegensatz dazu bildet die Hand des Maulwurfs (Fig. 8), welche sich in eine kräftige Grabschaufel umgewandelt hat, mit außerordentlich verkrüppelten und verdickten Fingern. Viel ähnlicher als diese letzteren Formen (Fig. 5—8) ist der menschlichen Hand die Vorderpfote des niedrigsten und unvollkommensten aller Säugethiere, des australischen Schnabelthiers (Ornithorhynchus, Fig. 9), welches in seinem ganzen Bau unter allen bekannten Säugethieren der gemeinsamen ausgestorbenen Stammform dieser Klasse am nächsten steht. Es hat sich also der Mensch in der Umbildung seiner Hand durch Anpassung weniger von dieser gemeinsamen Stammform entfernt, als die Fledermaus, der Maulwurf, der Delfin, der Seehund und viele andere Säugethiere.

Taf. V (zwischen S. 432 und 433).

Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum des Pflanzenreichs, darstellend die Hypothese von der gemeinsamen Abstammung aller Pflanzen, und die geschichtliche Entwicklung der Pflanzengruppen während der paläontologischen Perioden der Erdgeschichte. Durch die horizontalen Linien sind die verschiedenen (auf S. 344 angeführten) kleineren und größeren Perioden der organischen Erdgeschichte angedeutet, während deren sich die versteinierungsführenden Erdschichten ablagerten. Durch die vertikalen Linien sind die verschiedenen Hauptklassen und Klassen des Pflanzenreichs von einander getrennt. Die baumförmig verzweigten Linien geben durch ihre größere oder geringere Zahl und Dichtigkeit ungefähr den größeren oder geringeren Grad der Entwicklung, der Sonderung und Vervollkommnung an, den jede Klasse in jeder geologischen Periode vermuthlich erreicht hatte (vergl. S. 404 und 405).

Taf. VI (zwischen S. 440 und 441).

Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum des Thierreichs, darstellend das geschichtliche Wachsthum der sechs Thierstämme in den paläontologischen Perioden der organischen Erdgeschichte. Durch die horizontalen Linien gh, ik, lm und no sind die fünf großen Zeitalter der organischen Erdgeschichte von einander getrennt. Das Feld gabh umfaßt den archolithischen, das Feld ighk den paläolithischen, das Feld likm den mesolithischen und das Feld nlm o den cenolithischen Zeitraum. Der kurze anthropolithische Zeitraum ist durch die Linie no angedeutet (vergl. S. 344). Die Höhe der einzelnen Felder entspricht der relativen Länge der dadurch bezeichneten Zeiträume, wie sie sich ungefähr aus dem Dickenverhältniß der inzwischen abgelagerten neptunischen Schichten abschätzen läßt (vergl. S. 352). Der archolithische und primordiale Zeitraum allein für sich, während dessen die laurentischen, cambrischen und silurischen Schichten abgelagert wurden, war vermuthlich bedeutend länger, als die vier folgenden Zeiträume zusammengenommen (vergl. S. 341, 350). Aller Wahrscheinlichkeit nach erreichten die beiden Stämme der Würmer und Pflanzenthiere ihre Blüthezeit schon während der mittleren Primordialzeit (in der cambrischen Periode?), die Strathiere und Weichthiere vielleicht etwas später (in der silurischen Periode?), während die Gliedertiere und Wirbelthiere bis zur Gegenwart an Mannichfaltigkeit und Vollkommenheit zunehmen.

Taf. VII (zwischen S. 456 und 457).

Gruppe von Pflanzenthieren (Zoophyten oder Ooolenteraten) im Mittelmeere. In der oberen Hälfte zeigt sich ein Schwarm von schwimmenden Medusen und Etenophoren, in der unteren Hälfte einige Büsche von Korallen und Hydroidpolypen, auf dem Boden des Meeres festgewachsen (vergl. das System der Pflanzenthiere, S. 452, und gegenüber den Stammbaum derselben, S. 453). Unter den feststehenden Pflanzenthieren auf dem Meeresboden tritt rechts unten ein großer Korallenstock hervor (1), welcher der rothen Edelkoralle (Eucorallium) nahe verwandt ist und gleich dieser zur Gruppe der achtzähligen Stindentokorallen (Octocoralla Gorgonida) gehört; die einzelnen Individuen (oder Personen) des verzweigten Stockes haben die Form eines achtstrahligen Sterns, gebildet aus acht Fangarmen, die den Mund umgeben (Octocorallen, S. 455). Unmittelbar darunter und davor sitzt (ganz rechts unten) ein kleiner Busch von Hydroidpolypen (2) aus der Gruppe der Glodenpolypen oder Campanularien (S. 456). Ein größerer Stock der Hydroidpolypen (3), aus der Gruppe der Röhrenpolypen oder Tubularien, erhebt sich mit feinen langen dünnen Zweigen links gegenüber. An seiner Basis breitet sich ein Stock von Rieselchwämmen (Hali-

chondria) aus (4), mit stumpfen fingerförmigen Ästen (S. 454). Dahinter sitzt, links unten (5), eine sehr große Seerose (Actinia), eine einzelne Person aus der Abtheilung der sechs-jährigen Korallen (Hexacoralla, S. 455). Ihr niedriger cylindrischer Körper trägt eine Krone von sehr zahlreichen und großen, blattförmigen Fangarmen. Unten in der Mitte des Bodens (6) sitzt eine Seeanemone (Cereanthus), aus der Gruppe der vier-jährigen Korallen (Tetracoralla). Endlich erhebt sich auf einem kleinen Hügel des Meeresbodens, rechts oberhalb der Koralle (1) ein Kelchpolyp (Lucernaria), als Repräsentant der Haftquallen (Podocarinarien oder Calycozoen, S. 452). Sein becherförmiger gestielter Körper (7) trägt am Rande acht kugelige Blüschel von kleinen, geknöpften Fangarmen.

Unter den schwimmenden Pflanzenthieren, welche die obere Hälfte der Tafel VII einnehmen, sind vorzüglich die Hydromedusen wegen ihres Generationswechsels bemerkenswerth (vergl. S. 185). Unmittelbar über der Lucernaria (7) schwimmt eine kleine Liara-Duallie (Oceania), deren glockenförmiger Körper einen kuppelartigen Aufsatz von der Form einer päpstlichen Liara trägt (8). Von der Glockenmündung hängt unten ein Kranz von sehr feinen und langen Fangfäden herab. Diese Oceania stammt ab von Röhrenpolypen, welche der links unten sitzenden Tubularia (3) gleichen. Links neben dieser letzteren schwimmt eine große, aber sehr zarte Haarqualle (Aequorea). Ihr scheibenförmiger, flach gewölbter Körper zieht sich eben zusammen und preßt Wasser aus der unten befindlichen Schirmhöhle aus (9). Die sehr zahlreichen, langen und feinen, haarähnlichen Fangfäden, welche vom Rande des Schirms herabhängen, werden durch das ausgestoßene Wasser in einen kegelförmigen Busch zusammengedrängt, der sich ungefähr in der Mitte tragenartig nach oben umbiegt und faltet. Oben in der Mitte der Schirmhöhle hängt der Magen herab, dessen Mundöffnung von vier Mundklappen umgeben ist. Diese Aequorea stammt von einem kleinen Glockenpolypen ab, welcher der Campanularia (2) gleicht. Von einem ähnlichen Glockenpolypen stammt auch die kleine, flach gewölbte Milkenqualle (Eucopa) ab, welche oben in der Mitte schwimmt (10). In diesen drei Fällen (8, 9, 10), wie bei der Mehrzahl der Hydromedusen, besteht der Generationswechsel darin, daß die frei schwimmenden Medusen (8, 9, 10) durch Knospenbildung (also durch ungeschlechtliche Zeugung, S. 172), aus feststehenden Hydroidpolypen (2, 3) entstehen. Diese letzteren aber entstehen aus den befruchteten Eiern der Medusen (also durch geschlechtliche Zeugung, S. 175). Es wechselt mithin regelmäßig die ungeschlechtliche, feststehende Polypen-Generation (I, III, V u. s. w.) mit der geschlechtlichen, frei schwimmenden Medusen-Generation ab (II, IV, VI u. s. w.). Auch dieser Generationswechsel ist nur durch die Descendenztheorie erklärbar.

Dasselbe gilt auch von einer nahe verwandten, aber noch auffallenderen Form der Fortpflanzung, welche ich 1864 bei Nizza an den Rüsselquallen

(Geryonida) entdeckt und *Alloeogonie* oder *Alloeogenese* genannt habe. Hier stammen nämlich zwei ganz verschiedene Medusenformen von einander ab, welche auf dem Titelbild in Fig. 11 und 12 abgebildet sind. Die größere und höher entwickelte Generation (11), *Geryonia* oder *Carmarina*, ist sechsählig, mit 6 blattförmigen Geschlechtsorganen und 6 langen, sehr beweglichen Randfäden versehen. Aus der Mitte ihres glockenförmigen Schirms hängt (wie der Klöppel der Glocke) ein langer Rüssel frei herab, an dessen Ende sich Magen und Mundöffnung befindet. In der Magenöhle sitzt ein langer, zungenförmiger Knospenzapfen (der auf Tafel VII, 11, wie eine Zunge nach links aus dem Munde vorgestreckt ist). Auf dieser Zunge knospen an der geschlechtsreifen *Geryonia* eine Menge von kleinen Medusen hervor. Diese sind aber keine *Geryonien*, sondern gehören einer ganz anderen und sehr verschiedenen Medusenform an, nämlich der Gattung *Cumina*, aus der Familie der *Aeginiden*. Diese *Cumina* (12) ist ganz anders gebaut; sie hat einen flach halbkugeligen Schirm ohne Rüssel, ist in der Jugend achtzählig, später sechszehnzählig, hat 16 taschenförmige Geschlechtsorgane und 16 kurze, starre, steif gekrümmte Randfäden. Das Nähere über diese wunderbare *Alloeogenese* ist in meinen „Beiträgen zur Naturgeschichte der Hydromedusen“ (Leipzig, Engelmann, 1865) nachzusehen, deren erstes Heft eine Monographie der Rüsselquallen oder *Geryoniden* mit sechs Kupfertafeln enthält.

Noch interessanter und lehrreicher, als diese merkwürdigen Verhältnisse, sind die Lebenserscheinungen der *Siphonophoren*, deren wunderbaren Polymorphismus ich schon mehrmals erwähnt und in meinem Vortrage über „Arbeitsteilung in Natur und Menschenleben“²⁷) gemeinverständlich dargestellt habe (vergl. S. 241 und 456). Als ein Beispiel derselben ist auf Tafel VII die schöne *Physophora* (13) abgebildet. Dieser schwimmende Hydromedusenstock wird an der Oberfläche des Meeres schwebend erhalten durch eine kleine, mit Luft gefüllte Schwimmblase, welche in der Abbildung über den Wasserspiegel vorragt. Unterhalb derselben ist eine Säule von vier Paar Schwimmglocken sichtbar, welche Wasser ausstoßen und dadurch die ganze Kolonie fortbewegen. Am unteren Ende dieser Schwimmglockensäule sitzt ein kronenförmiger Kranz von gekrümmten spindelförmigen Lastpolypen, welche zugleich die Deckstücke bilden, unter deren Schutze die übrigen Individuen des Stodes (fressende, fangende und zeugende Personen) versteckt sind. Die Ontogenie der *Siphonophoren* (und namentlich auch dieser *Physophora*) habe ich zuerst 1866 auf der canarischen Insel Lanzarote beobachtet und in meiner „Entwicklungsgeschichte der *Siphonophoren*“ beschrieben und durch 14 Tafeln Abbildungen erläutert (Utrecht, 1869). Sie ist reich an interessanten Thatsachen, die sich nur durch die Descendenztheorie erklären lassen.

Ebenfalls nur durch die Abstammungslehre zu verstehen ist der merkwürdige Generationswechsel der höheren Medusen, der Scheibenquallen (*Discomedu-*

sao, S. 452), als deren Repräsentant oben in der Mitte der Tafel VII (etwas zurücktretend) eine Pelagia abgebildet ist (14). Aus dem Grunde des stark gewölbten glockenförmigen Schirmes, dessen Rand zierlich gezackt ist, hängen vier sehr lange und starke Arme herab. Die ungeschlechtlichen Polypen, von denen diese Scheibenquallen abstammen, sind höchst einfache Urpolypen, von dem gewöhnlichen Süßwasserpolypen (Hydra) nur wenig verschieden. Auch den Generationswechsel dieser Discomedusen habe ich in meinem Vortrage über Arbeitstheilung²⁷⁾ beschrieben und durch das Beispiel der Aurelia erläutert.

Endlich ist auch die letzte Klasse der Pflanzenthiere, die Gruppe der Kammquallen (Ctenophora, S. 456) auf Tafel VII durch zwei Repräsentanten vertreten. Links in der Mitte, zwischen der Aequorea (9), der Physophora (13) und der Lunina (12) windet sich schlangenartig ein breites, langes und dünnes Band, wie ein Gürtel (15). Das ist der herrliche große Venusgürtel des Mittelmeeres (Costum), der in allen Regenbogenfarben schillert. Der eigentliche, in der Mitte des langen Bandes gelegene Körper des Thiers ist nur sehr klein, und ebenso gebaut, wie die Melonenqualle (Cydippe), welche links oben schwebt (16). An dieser sind die acht charakteristischen Wimperrippen oder Flimmerlämme der Ctenophoren sichtbar, sowie zwei lange Fangfäden, welche nach rechts hinüberreichen und mit feineren Fäden besetzt sind.

Taf. VIII und IX (zwischen S. 482 und 483).

Entwicklungsgeichte der Sternthiere (Echinodermen oder Asterozen).

Die beiden Tafeln erläutern den Generationswechsel derselben (S. 482) an einem Beispiele aus jeder der vier Klassen von Sternthieren. Die Seesterne (Astorida) sind durch Uraster (A), die Seelilien (Crinoidea) durch Comatula (B), die Seeigel (Echinida) durch Echinus (C) und endlich die Seegurken (Holotharidae) durch Synapta (D) vertreten (vergl. S. 480 und 481). Die auf einander folgenden Stadien der Entwicklung sind durch die Ziffern 1 — 6 bezeichnet.

Taf. VIII stellt die individuelle Entwicklung der ersten, ungeschlechtlichen Generation der Sternthiere dar oder der Ammen (gewöhnlich unrichtig Larven genannt). Diese Ammen haben den Formwerth einer einfachen, ungegliederten Wurm-person. Fig. 1 zeigt das Ei der vier Sternthiere, das in allen wesentlichen Beziehungen mit dem Ei des Menschen und der anderen Thiere übereinstimmt (vergl. S. 265, Fig. 5). Wie beim Menschen ist das Protoplasma der Eizelle (der Dotter) von einer dicken, structurlosen Membran (Zona pellucida) umschlossen, und enthält einen glashellen, kugligen Zellkern (Nucleus), der einen Nucleolus umschließt. Aus dem befruchteten Ei der Sternthiere (Fig. 1) entwickelt sich zunächst durch wiederholte Zelltheilung ein kugliger Haufen von gleichartigen Zellen (Fig. 6, S. 266), und dieser verwandelt sich in eine sehr einfache Amme, welche ungefähr

die Gestalt eines einfachen Holzpantoffels hat (Fig. A 2—D 2). Der Rand der Pantoffelöffnung ist von einer stümmelnden Wimper Schnur umsäumt, durch deren Wimperbewegung die mikroskopisch kleine, durchsichtige Amme im Meere frei umher schwimmt. Diese Wimper Schnur ist in Fig. 2—4 auf Taf. VI durch den schmalen, abwechselnd hell und dunkel gestreiften Saum angedeutet. Die Amme bildet sich nun zunächst einen ganz einfachen Darmkanal zur Ernährung, mit Mund (o), Magen (m) und After (a). Späterhin werden die Windungen der Wimper Schnur complicirter und es entstehen armartige Fortsätze (Fig. A 3—D 3). Bei den Seesternen (A 4) und den Seeigeln (C 4) werden diese armartigen, von der Wimper Schnur umsäumten Fortsätze späterhin sehr lang. Bei den Seelilien dagegen (B 3) und den Seewalzen (D 4) verwandelt sich statt dessen die geschlossene, anfangs in sich selbst ringförmig zurücklaufende Wimper Schnur in eine Reihe von (4—5) hinter einander gelegenen, getrennten Wimpergürteln.

Im Inneren dieser sonderbaren Amme nun entwickelt sich durch einen ungeschlechtlichen Zeugungsprozeß, nämlich durch innere Knospenbildung oder Keimknospenbildung (rings um den Magen herum), die zweite Generation der Sternthiere, welche späterhin geschlechtsreif wird. Diese zweite Generation, welche in entwickeltem Zustande auf Taf. IX abgebildet ist, entsteht ursprünglich als ein Stoc (Cormus) von fünf, sternförmig mit einem Ende verbundenen Wärnern, wie am klarsten bei den Seesternen, der ältesten und ursprünglichsten Form der Sternthiere, zu erkennen ist. Die zweite Generation eignet sich von der ersten, auf deren Kosten sie wächst, nur den Magen und einen kleinen Theil der übrigen Organe an, während Mund und After neu sich bilden. Die Wimper Schnur und der Rest des Ammenkörpers gehen späterhin verloren. Anfänglich ist die zweite Generation (A 5—D 5) kleiner oder nicht viel größer als die Amme, während sie späterhin durch Wachsthum mehr als hundertmal oder selbst tausendmal größer wird. Wenn man die Ontogenie der typischen Repräsentanten der vier Sternthierklassen mit einander vergleicht, so wird man leicht gewahr, daß sich die ursprüngliche Art der Entwicklung bei den Seesternen (A) und Seeigeln (C) am besten durch Vererbung conservirt hat, während sie dagegen bei den Seelilien (B) und Seegurken (D) nach dem Gesetze der abgekürzten Vererbung (S. 190) stark zusammengezogen worden ist.

Taf. IX zeigt die entwickelten und geschlechtsreifen Thiere der zweiten Generation von der Mundseite, welche in natürlicher Stellung der Sternthiere (wenn sie auf dem Meeresboden kriechen) bei den Seesternen (A 6) und Seeigeln (C 6) nach unten, bei den Seelilien (B 6) nach oben, und bei den Seegurken (D 6) nach vorn gerichtet ist. In der Mitte gewahrt man bei allen vier Sternthieren die sternförmige, fünfstrahlige Mundöffnung. Bei den Seesternen (A 6) geht von deren Ecken eine mehrfache Reihe von Saugfüßchen in der Mitte der Unterseite jedes Armes bis zur

Spitze hin. Bei den Seeellien (B6) ist jeder Arm von der Basis an gespalten und gefiedert. Bei den Seerigeln (C6) sind die fünf Reihen der Saugfüßchen durch breitere Felder von Stacheln getrennt. Bei den Seegurken endlich (D6) sind äußerlich an dem scheinbar wurmförmlichen Körper bald die fünf Füßchenreihen, bald nur die den Mund umgebenden 5—15 (hier 10) gefiederten Mundarme sichtbar.

Taf. X und XI (zwischen S. 486 und 487).

Entwicklungsgeschichte der Krebsstiere (Crustacea). Die beiden Tafeln erläutern die Entwicklung der verschiedenen Crustaceen aus der gemeinsamen Stammform des Nauplius. Auf Taf. XI sind sechs Krebsstiere aus sechs verschiedenen Ordnungen in vollkommenem entwickeltem Zustande dargestellt, während auf Taf. X die naupliusartigen Jugendformen derselben abgebildet sind. Aus der wesentlichen Uebereinstimmung dieser letzteren läßt sich mit voller Sicherheit auf Grund des biogenetischen Grundgesetzes (S. 361) die Abstammung aller verschiedenen Crustaceen von einer einzigen gemeinsamen Stammform, einem längst ausgestorbenen Nauplius behaupten, wie zuerst Friß Müller¹⁰⁾ in seiner vorzüglichen Schrift „Für Darwin“ dargethan hat.

Taf. X zeigt die Nauplius-Jugendformen von der Bauchseite, so daß die drei Beinpaare deutlich hervortreten, welche an dem kurzen dreigliederigen Rumpfe anstehen. Das erste von diesen Beinpaaren ist einfach und ungespalten, während das zweite und dritte Beinpaar gabelspaltig sind. Alle drei Paare sind mit steifen Borsten besetzt, welche bei der Ruderbewegung der Beine als Schwimmwerkzeuge dienen. In der Mitte des Körpers ist der ganz einfache, gerade Darmkanal sichtbar, welcher vorn einen Mund, hinten eine Afteröffnung besitzt. Vorn über dem Munde sitzt ein einfaches unpaares Auge. In allen diesen wesentlichen Eigenschaften der Organisation stimmen die sechs Nauplius-Formen ganz überein, während die sechs zugehörigen ausgebildeten Krebsformen (Taf. IX) äußerst verschiedenartig organisiert sind. Die Unterschiede der sechs Nauplius-Formen beschränken sich auf ganz untergeordnete und unwesentliche Verhältnisse in der Körpergröße und der Bildung der Hautdecke. Wenn man dieselben in geschlechtsreifem Zustande in dieser Form im Meere antreffen würde, so würde kein Zoologe Anstoß daran nehmen, sie als sechs verschiedene Species eines Genus zu betrachten (vergl. S. 487).

Taf. XI stellt die ausgebildeten und geschlechtsreifen Krebsformen, die sich aus jenen sechs Nauplius-Arten ontogenetisch (— und also auch phylogenetisch! —) entwickelt haben, von der rechten Seite gesehen dar. Fig. A c zeigt einen freischwimmenden Süßwasserkrebs (*Limnetis brachyurus*) aus der Ordnung der Blattfüßer (Phyllozoa) schwach vergrößert. Unter allen jetzt noch lebenden Crustaceen steht diese Ordnung, welche zur Region der Kiemenfüßer (Branchiopo-

gehört, der ursprünglichen gemeinsamen Stammform des Nauplius am nächsten. Die Limnetis ist in eine zweiflappige Schale (wie eine Muschel) eingeschlossen. In unserer Figur (welche nach Grube copirt ist), sieht man den Körper eines weiblichen Thieres in der linken Schale liegend; die rechte Schalenhälfte ist ganz weggenommen. Vorn hinter dem Auge sieht man die zwei Fühlhörner (Antennen) und dahinter die zwölf blattartigen Fülße der rechten Körperseite, hinten auf dem Rücken (unter der Schale) die Eier. Vorn oben ist das Thier mit der Schale verwachsen.

Fig. Bc stellt einen gemeinen, frei schwimmenden Süßwasserkrebs (*Cyclops quadricornis*) aus der Ordnung der Ruderkrebsse (*Eucopopoda*) stark vergrößert dar. Vorn unter dem Auge sieht man die beiden Fühlhörner der rechten Seite, von denen das vordere viel länger als das hintere ist. Dahinter folgen die Kiefer, und dann die vier Ruderbeine der rechten Seite, welche gabelspaltig sind. Hinter diesen sind die beiden großen Eierfäcke sichtbar, welche hier am Grunde des Hinterleibes ansetzen.

Fig. Cc ist ein schwarzender Ruderkrebs (*Lernaeocera esocina*) aus der Ordnung der Fischläuse (*Siphonostoma*). Diese sonderbaren Krebse, welche man früher für Würmer hielt, sind durch Anpassung an das Schwarzgerleben aus den frei schwimmenden Ruderkrebsen (*Eucopopoda*) entstanden und gehören mit ihnen zu derselben Legion (*Copopoda*, S. 488). Indem sie sich an den Kiemen oder der Haut von Fischen, oder an andern Krebsen festsetzten und von deren Körperflüssigkeit ernährten, blühten sie ihre Augen, Beine und andere Organe ein, und wuchsen zu unförmlichen ungegliederten Säcken aus, in denen man bei äußerer Betrachtung kaum noch ein Thier vermuthet. Nur die letzten Ueberbleibsel der fast ganz verloren gegangenen Beine erhalten sich noch auf der Bauchseite in Form von kurzen spitzen Borsten. Zwei von diesen vier rudimentären Beinpaaren (das dritte und vierte) sind in unserer Figur (rechts) sichtbar. Oben am Kopf sieht man dicke, unförmliche Anhänge, von denen die unteren gespalten sind. In der Mitte des Körpers sieht man den Darmkanal durchschimmern, der von einer dunkeln Fetthülle umgeben ist. Neben seinem hinteren Ende sieht man den Eileiter und die Nittdrüsen des weiblichen Geschlechtsapparats. Außerlich hängen die beiden großen Eierfäcke (wie bei *Cyclops*, Fig. B). Unsere *Lernaeocera* ist halb vom Rücken, halb von der rechten Seite gesehen, schwach vergrößert, und copirt nach Claus. (Vergl. Claus, die Copepoden-Fauna von Nizza. Ein Beitrag zur Charakteristik der Formen und deren Abänderungen „im Sinne Darwins“. Marburg 1866.)

Fig. Dc zeigt eine festsetzende sogenannte „Antennmuschel“ (*Lepas anatifera*), aus der Ordnung der Rankenkrebse (*Cirripodia*). Die Krebse, über welche

Darwin eine höchst sorgfältige Monographie geliefert hat, sind in eine zweiflappige Kalkschale, gleich den Muscheln, eingeschlossen, und wurden daher früher allgemein (sogar noch von Cuvier) für muschelartige Weichthiere oder Mollusken gehalten. Erst durch die Kenntniß ihrer Ontogenie und ihrer Nauplius-Zugendform (Dn, Taf. VIII) wurde ihre Crustaceen-Natur festgestellt. Unsere Figur zeigt eine „Entenmuschel“ in natürlicher Größe, von der rechten Seite. Die rechte Hälfte der zweiflappigen Schale ist entfernt, so daß man den Körper in der linken Schalenhälfte liegen sieht. Von dem rudimentären Kopfe der Lepas geht ein langer fleischiger Stiel aus (in unserer Figur nach oben gekrümmt), mittelst dessen der Rankenkrebs an Felsen, Schiffen u. s. w. festgewachsen ist. Auf der Bauchseite sitzen sechs Fußpaare. Jeder Fuß ist gabelig in zwei lange, mit Borsten besetzte, gekrümmte oder aufgerollte „Ranken“ gespalten. Oberhalb des letzten Fußpaares ragt nach hinten der dünne, cylindrische Schwanz vor.

Fig. Ec stellt einen schmarozenden Sackkrebß (*Sacculina purpurea*) aus der Ordnung der Wurzelkrebse (*Rhizocephala*) dar. Diese Parasiten haben sich durch Anpassung an das Schmarozerleben in ähnlicher Weise aus den Rankenkrebßen (Fig. Dc) entwickelt, wie die Fischläuse (Cc) aus den frei schwimmenden Ruderkrebßen (Bc). Jedoch ist die Verkümmerung durch die schmarozende Lebensweise und die dadurch bedingte Rückbildung aller Organe hier noch viel weiter gegangen, als bei den meisten Fischläusen. Aus dem gegliederten, mit Beinen, Darm und Auge versehenen Krebse, der in seiner Jugend als Nauplius (En, Taf. VIII) munter umherschwannt, ist ein unförmlicher ungliederter Sack, eine rothe Wurst geworden, welche nur noch Geschlechtsorgane (Eier und Sperma) und ein Darmrudiment enthält. Die Beine und das Auge sind völlig verloren gegangen. Am hinteren Ende ist die Geschlechtsöffnung (die Mündung der Bruthöhle). Aus dem Munde aber ist ein dichtes Büschel von zahlreichen, baumförmig verzweigten Wurzelfasern hervorgetwachsen. Diese breiten sich (wie die Wurzeln einer Pflanze im Erdboden) in dem weichen Hinterleibe des Einsiedlerkrebßes (*Pagurus*) aus, an dem der Wurzelkrebß schmarozend festsetzt, und aus welchem er seine Nahrung saugt. Unsere Figur (Ec), eine Copie nach Fritz Müller, ist schwach vergrößert und zeigt den ganzen wurstförmigen Sackkrebß mit allen Wurzelfasern, die aus dem Leibe des Wirthkrebßes herausgezogen sind.

Fig. Fc ist eine Garneele (*Peneus Mülleri*), aus der Ordnung der Zehnfüßer (*Decapoda*), zu welcher auch unser Flußkrebß und sein nächster Verwandter, der Hummer, sowie die kurzschwänzigen Krabben gehören. Diese Ordnung enthält die größten und gastronomisch wichtigsten Krebse, und gehört sammt den Mausfüßern und Spaltfüßern zur Region der stieläugigen Panzerkrebse (*Podophthalma*). Unsere Garneele zeigt, ebenso wie unser Flußkrebß, auf jeder Seite unterhalb des Auges vorn zwei lange Fühlhörner (das erste viel kürzer wie das zweite), dann

drei Kiefer und drei Kieferflüße, dann fünf sehr lange Beine (von denen bei Penus die drei vorderen mit Schemen versehen und das dritte das längste ist). Endlich sitzen an den 5 ersten Gliedern des Hinterleibes noch 5 Paar Afterfüße. Auch diese Garneele, welche zu den höchst entwickelten und vollkommensten Krebsen gehört, entsteht nach Friß Müller's wichtiger Entdeckung aus einem Nauplius (Fn, Taf. VIII), und beweist somit, daß auch die höheren Crustaceen sich aus derselben Nauplius-Form, wie die niederen entwickelt haben (vergl. S. 487).

Taf. XII und XIII (zwischen S. 510 und 511).

Die Blutsverwandtschaft der Wirbelthiere und der Wirbellosen (vergl. S. 466 und 510). Diese wird definitiv begründet durch Kowalewskij's wichtige, von Kupffer bestätigte Entdeckung, daß die Ontogenie des niedersten Wirbelthieres, des Lanzettthieres oder Amphioxus, in ihren wesentlichen Grundzügen völlig übereinstimmt mit derjenigen der wirbellosen Seescheiden oder Ascidien, aus der Klasse der Mantelthiere oder Tunicaten. Auf unsern beiden Tafeln ist die Ascidie mit A, der Amphioxus mit B bezeichnet. Taf. XIII stellt diese beiden sehr verschiedenen Thierformen völlig entwickelt dar, und zwar von der linken Seite gesehen, das Mundende nach oben, das entgegengesetzte Ende nach unten gerichtet. Daher ist in beiden Figuren die Rückenseite nach rechts, die Bauchseite nach links gerichtet. Beide Figuren sind schwach vergrößert, und die innere Organisation der Thiere ist durch die durchsichtige Haut hindurch deutlich sichtbar. Die erwachsene Seescheide (Fig. A6) sitzt unbeweglich auf dem Meeresboden festgewachsen auf, und klammert sich an Steinen und dergl. mittelst besonderer Wurzeln (w) an, wie eine Pflanze. Der erwachsene Amphioxus dagegen (Fig. B6) schwimmt frei umher, wie ein Fischchen. Die Buchstaben bedeuten in beiden Figuren dasselbe, und zwar: a Mundöffnung. b Leibesöffnung oder Porus abdominalis. c Rückenstrang oder Chorda dorsalis. d Darm. e Eierstock. f Eileiter (vereinigt mit dem Samenleiter). g Rückenmark. h Herz. i Blinddarm. k Kiementorb (Athemhöhle). l Leibeshöhle. m Muskeln. n Testikel (bei der Seescheide mit dem Eierstock zu einer Zwitterdrüse vereinigt). o After. p Geschlechtsöffnung. q Reife entwickelte Embryen in der Leibeshöhle der Ascidie. r Flossenstrahlen der Rückenflosse von Amphioxus. s Schwanzflosse des Lanzettthieres. w Wurzeln der Ascidie.

Taf. XII stellt die Ontogenese oder die individuelle Entwicklung der Ascidie (A) und des Amphioxus (B) in fünf verschiedenen Stadien dar (1—5). Fig. 1 ist das Ei, eine einfache Zelle wie das Ei des Menschen und aller anderen Thiere (Fig. A1 das Ei der Seescheide, Fig. B1 das Ei des Lanzettthieres). Die eigentliche Zellsubstanz oder das Protoplasma der Eizelle (z), der sogenannte Eidotter, ist von einer Hülle (Zellmembran oder Dotterhaut) umgeben, und schließt einen kugeligen Zellkern oder Nucleus (y), dieser wiederum ein Kernkörperchen

oder Nucleolus (x) ein. Wenn sich das Ei zu entwickeln beginnt, zerfällt die Eizelle zunächst in zwei Zellen. Indem sich diese wiederum theilen, entstehen zunächst vier Zellen (Fig. A 2, B 2), und aus diesen durch wiederholte Theilung acht Zellen (Fig. A 3, B 3). Zuletzt entsteht so aus dem einfachen Ei ein kugeliges Haufe von Zellen (S. 170, Fig. 4 C. D). Indem sich im Inneren desselben Flüssigkeit ansammelt, entsteht eine kugelige, von einer Zellschicht umschlossene Blase. An einer Stelle ihrer Oberfläche stülpt sich diese Blase taschenförmig ein (Fig. A 4, B 4). Diese Einfülpung ist die Anlage des Darms, dessen Höhle (d 1) sich durch den provisorischen Larvenmund (d 4) nach außen öffnet. Der übrig gebliebene Hohlraum (l) zwischen der Darmwand (d 2) und der Leibeshöhle (t) ist die Anlage der Leibeshöhle. Nun wächst die kugelige Larve in die Länge. Fig. A 5 zeigt die Larve der *Ascidie*, Fig. B 5 diejenige des *Amphioxus*, von der linken Seite gesehen, in etwas weiterer Entwicklung. Die Darmhöhle (d 1) hat sich geschlossen. Die Rückenwand des Darms (d 2) ist concav, die Bauchwand (d 3) convex gekrümmt. Oberhalb des Darmrohrs, auf dessen Rückenseite, hat sich das Medullarrohr (g 1), die Anlage des Rückenmarks, gebildet, dessen Hohlraum jetzt noch vorn nach außen mündet (g 2). Zwischen Rückenmark und Darm ist der Rückenstrang oder die Chorda dorsalis (c) entstanden, die Axe des inneren Skelets. Bei der Larve der *Ascidie* setzt sich diese Chorda (c) in den langen Ruderschwanz fort, ein Larvenorgan, welches später bei der Verwandlung abgeworfen wird. Jedoch giebt es auch jetzt noch einige sehr kleine *Ascidien* (*Appendicularia*), welche sich nicht verwandeln und festsetzen, sondern zeitlebens mittelst ihres Ruderschwanzes frei im Meere umherschweben.

Die ontogenetischen Thatfachen, welche auf Taf. XII schematisch dargestellt sind, und welche erst 1867 bekannt wurden, beanspruchen die allergrößte Bedeutung und können in der That nicht hoch genug geschätzt werden. Sie füllen die tiefe Kluft aus, welche in der Anschauung der bisherigen Zoologie zwischen den Wirbelthieren und den sogenannten „Wirbellosen“ bestand. Diese Kluft wurde allgemein für so bedeutend und für so unausfüllbar gehalten, daß sogar angesehene und der Entwicklungstheorie nicht abgeneigte Zoologen darin eines der größten Hindernisse für dieselbe erblickten. Indem nun die Ontogenie des *Amphioxus* und der *Ascidie* dieses Hinderniß gänzlich aus dem Wege räumt, macht sie es uns zum ersten Male möglich, den Stammbaum des Menschen unter den *Amphioxus* hinab in den vielverzweigten Stamm der „Wirbellosen“ Würmer zu verfolgen, aus welchem auch die übrigen höheren Thierstämme entsprungen sind.

Wenn unsere speculativen Philosophen, statt sich mit dem Aufbau unlässiger Luftschlösser zu beschäftigen, über die auf Taf. XII und XIII, und ebenso über die auf Taf. II und III dargestellten Thatfachen einige Jahre nachdächten, würden sie für die wahre Philosophie, für die unerschütterlich auf Erfahrung ge-

gründete Welterkenntniß einen Gewinn davon tragen, dessen weitreichenden Konsequenzen kein Erkenntnißgebiet sich würde entziehen können. Diese Thatfachen der Ontogenesi sind die unzerstörbaren Fundamente, auf denen die monistische Philosophie der Zukunft ihr unvergängliches Lehrgebäude aufrichten wird.

Taf. XIV (zwischen S. 528 und 529).

Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum des Wirbelthierstammes, darstellend die Hypothese von der gemeinsamen Abstammung aller Wirbelthiere und die geschichtliche Entwicklung ihrer verschiedenen Klassen während der paläontologischen Perioden der Erdgeschichte (vergl. den XX. Vortrag, S. 502). Durch die horizontalen Linien sind die (auf S. 344 angeführten) Perioden der organischen Erdgeschichte angedeutet, während deren sich die versteinereungsführenden Erdschichten ablagerten. Durch die vertikalen Linien sind die Klassen und Unterklassen der Wirbelthiere von einander getrennt. Die baumförmig verzweigten Linien geben durch ihre größere oder geringere Zahl und Dichtigkeit ungefähr den größeren oder geringeren Grad der Entwicklung, der Mannichfaltigkeit und Vollkommenheit an, den jede Klasse in jeder geologischen Periode vermuthlich erreicht hatte. Bei denjenigen Klassen, welche wegen der weichen Beschaffenheit ihres Körpers keine versteinerten Reste hinterlassen konnten (namentlich bei den Prochordaten, Acranien, Monorrhinen und Dipneusten) ist der Lauf der Entwicklung hypothetisch angedeutet auf Grund derjenigen Beziehungen, welche zwischen den drei Schöpfungsurkunden der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie existiren. Die wichtigsten Anhaltspunkte zur hypothetischen Ergänzung der paläontologischen Lücken liefert hier, wie überall, das biogenetische Grundgesetz, welches sich auf den innigen Causalnexus zwischen der Ontogenie und Phylogenie stützt (vergl. S. 276 und 361, sowie Taf. VIII—XIII). Ueberall müssen wir die individuelle Entwicklung als eine kurze und schnelle (durch die Gesetze der Vererbung verursachte, durch die Gesetze der Anpassung aber abgeänderte) Wiederholung der paläontologischen Stammesentwicklung betrachten. Dieser Satz ist das „Ceterum conseo“ unserer Entwicklungslehre.

Die Angaben über das erste Erscheinen oder den Entstehungszeitraum der einzelnen Klassen und Unterklassen der Wirbelthiere sind auf Taf. XIV (abgesehen von den angeführten hypothetischen Ergänzungen) möglichst streng den paläontologischen Thatfachen entnommen. Jedoch ist zu bemerken, daß in Wirklichkeit die Entstehung der meisten Gruppen wahrscheinlich um eine oder einige Perioden früher fällt, als uns heute die Versteinereungen anzeigen. Ich stimme hierin mit den Ansichten Huxley's überein, habe jedoch auf Taf. V und XIV hiervon abgesehen, um mich nicht zu sehr von den paläontologischen Thatfachen zu entfernen.

Die Zahlen haben folgende Bedeutung (vergl. dazu den XX. Vortrag und S. 512, 513). 1. Thierische Moneren. 2. Thierische Amöben. 3. Amöbenge-meinden (Synamoebae). 4. Mundlose Wimperinfusorien. 5. Mundführende Wim-perinfusorien. 6. Strudelwürmer (Tubellaria). 7. Mantelthiere (Tunicata). 8. Lan-zetthier (Amphioxus). 9. Snger (Myxinoida). 10. Lampreten (Petromyzontia). 11. Unbekannte Uebergangsformen von den Unpaarnasen zu den Urfishen. 12. Si-aurische Urfish (Onchus etc.). 13. Lebende Urfish (Haisfish, Rochen, Chimären). 14. Aelteste (flurische) Schmelzfische (Pteraspis). 15. Schildkrötenfische (Pamphracti). 16. Störfish (Sturiones). 17. Eßschuppige Schmelzfische (Rhombiferi). 18. Kno-chenhecht (Lepidosteus). 19. Flüßelhecht (Polypterus). 20. Hohlgrätenfische (Coo-scolopes). 21. Dichtgrätenfische (Pycnoscolopes). 22. Kahlhecht (Amia). 23. Ur-knochenfische (Thrissopida). 24. Knochenfische mit Luftgang der Schwimmblase (Physostomi). 25. Knochenfische ohne Luftgang der Schwimmblase (Physoclisti). 26. Unbekannte Zwischenformen zwischen Urfishen und Lurdfischen. 27. Cerato-dus. 27a. Ausgestorbener Ceratodus der Trias. 27b. Lebender australischer Ce-ratodus. 28. Afrikanische Lurdfische (Protopterus) und Amerikanische Lurdfische (Lepidosiren). 29. Unbekannte Zwischenformen zwischen Urfishen und Amphi-bien. 30. Schmelzköpfe (Ganocephala). 31. Wickelzähner (Labyrinthodonta). 32. Blindwühlen (Caeciliae). 33. Kiemenlurche (Sozobranchia). 34. Schwanz-lurche (Sozura). 35. Froschlurche (Anura). 36. Gabeldornier oder Dichtthalanthen (Proterosaurus). 37. Unbekannte Zwischenformen zwischen Amphibien und Protam-nien. 38. Protamnien (gemeinsame Stammform aller Amnionthiere). 39. Stamm-fäuger (Promammalia). 40. Urschleicher (Proreptilia). 41. Fackzähner (Thecodon-tia). 42. Urdrachen (Simosauria). 43. Schlangendrachen (Plesiosauria). 44. Fisch-drachen (Ichthyosauria). 45. Teleosaurier (Amphicoela). 46. Steneosaurier (Opi-sthocoela). 47. Alligatoren (Prosthocoela). 48. Fleischstessende Dinosaurier (Har-pagosauria). 49. Pflanzenfressende Dinosaurier (Therosauria). 50. Moseleidechsen (Mosasauria). 51. Gemeinsame Stammform der Schlangen (Ophidia). 52. Hundsz-ähnlige Schnabeleidechsen (Cynodontia). 53. Zahnlose Schnabeleidechsen (Crypto-dontia). 54. Langschwänzige Flügeidechsen (Rhamphorhynchi). 55. Kurzschwän-zige Flügeidechsen (Pterodactyli). 56. Landschildkröten (Chersita). 57. Vogelshlei-cher (Tocornithes): Zwischenformen zwischen Reptilien und Vögeln. 58. Urgreif (Archaeopteryx). 59. Wasserschnebelthier (Ornithorhynchus). 60. Landschnabel-thier (Echidna). 61. Unbekannte Zwischenformen zwischen Gabelthieren und Beu-telthieren. 62. Unbekannte Zwischenformen zwischen Beutelthieren und Placent-althieren. 63. Zottenplacentner (Villiplacentalia). 64. Gürtelplacentner (Zonoplac-entalia). 65. Scheibenplacentner (Discoplacentalia). 66. Der Mensch (Homo pithecogenes, von Linné irrthümlich Homo sapiens genannt).

Taf. XV (am Ende des Buches).

Hypothetische Skizze des monophyletischen Ursprungs und der Verbreitung der zwölf Menschen-Species von Lemurien aus über die Erde. Selbstverständlich beansprucht die hier graphisch skizzirte Hypothese nur einen ganz provisorischen Werth und hat lediglich den Zweck, zu zeigen, wie man sich bei dem gegenwärtigen unvollkommenen Zustande unserer anthropologischen Kenntnisse die Ausstrahlung der Menschenarten von einer einzigen Urheimath aus ungefähr denken kann. Als wahrscheinliche Urheimath oder „Paradies“ ist hier Lemurien angenommen, ein gegenwärtig unter den Spiegel des indischen Oceans versunkener tropischer Continent, dessen frühere Existenz in der Tertiärzeit durch zahlreiche Thatsachen der Thier- und Pflanzengeographie sehr wahrscheinlich gemacht wird (vergl. S. 321 und 619). Indessen ist es auch sehr möglich, daß die hypothetische „Wiege des Menschengeschlechts“ weiter östlich (in Sinter- oder Border-Judien) oder weiter westlich (im östlichen Afrika) lag. Künftige, namentlich vergleichend-anthropologische und paläontologische Forschungen werden uns hoffentlich in den Stand setzen, die vermuthliche Lage der menschlichen Urheimath genauer zu bestimmen, als es gegenwärtig möglich ist.

Wenn man unserer monophyletischen Hypothese die polyphyletische vorzieht und annimmt, daß die verschiedenen Menschenarten aus mehreren verschiedenen anthropoiden Affenarten durch allmähliche Vervollkommnung entstanden sind, so scheint unter den vielen, hier möglichen Hypothesen am meisten Vertrauen diejenige zu verdienen, welche eine zweifache pithekoide Wurzel des Menschengeschlechts annimmt, eine asiatische und eine afrikanische Wurzel. Es ist nämlich eine sehr bemerkenswerthe Thatsache, daß die afrikanischen Menschenaffen (Gorilla und Schimpanse) sich durch eine entschieden langköpfige oder dolichocephale Schädelform auszeichnen, ebenso wie die Afrika eigenthümlichen Menschenarten (Hottentotten, Kaffern, Neger, Nubier). Auf der anderen Seite stimmen die asiatischen Menschenaffen (insbesondere der kleine und große Orang) durch ihre deutlich kurzköpfige oder brachycephale Schädelform mit den vorzugsweise für Asien bezeichnenden Menschenarten (Mongolen und Malaien) überein. Man könnte daher wohl versucht sein, diese letzteren (asiatische Menschenaffen und Urmenschen) von einer gemeinsamen brachycephalen Affenform, die ersteren dagegen (afrikanische Menschenaffen und Urmenschen) von einer gemeinsamen dolichocephalen Affenform abzuleiten.

Auf jeden Fall bleiben das tropische Afrika und das südliche Asien (und zwischen beiden möglicherweise das sie früher verbindende Lemurien?) diejenigen Theile der Erde, welche bei der Frage von der Urheimath des Menschengeschlechts vor allen anderen in Betracht kommen. Entschieden ausgeschlossen sind bei dieser Frage

dagegen Amerika und Australien. Auch Europa (welches übrigens nur eine begünstigte westliche Halbinsel von Asien ist) besitzt schwerlich für die „Paradies-Frage“ Bedeutung.

Daß die Wanderungen der verschiedenen Menschenarten von ihrer Urheimath aus und ihre geographische Verbreitung auf unserer Taf. XV nur ganz im Allgemeinen und in den größten Zügen angedeutet werden konnten, versteht sich von selbst. Die zahlreichen Kreuz- und Quertwanderungen der vielen Zweige und Stämme, sowie ihre oft sehr einflussreichen Rückwanderungen mußten dabei gänzlich unberücksichtigt bleiben. Um diese einigermaßen klar darzustellen, müßten erstens unsere Kenntnisse viel vollständiger sein und zweitens ein ganzer Atlas mit vielen verschiedenen Migrations-Tafeln angewendet werden. Unsere Taf. XV beansprucht weiter Nichts, als ganz im Allgemeinen die ungefähre geographische Verbreitung der 12 Menschenarten so anzudeuten, wie sie im fünfzehnten Jahrhundert (vor der allgemeinen Ausbreitung der indogermanischen Rasse) bestand, und wie sie sich ungefähr mit unserer Descendenzhypothese in Einklang bringen läßt. Auf die geographischen Verbreitungschranten (Gebirge, Wüsten, Flüsse, Meerengen u. s. w.) brauchte bei dieser allgemeinen Migrationsstizze im Einzelnen um so weniger ängstliche Rücksicht genommen zu werden, als diese in früheren Perioden der Erdgeschichte ganz andere Größen und Formen hatten. Wenn die allmähliche Umbildung von katarrhinen Affen in pitheloide Menschen während der Tertiärzeit wirklich in dem hypothetischen Lemurien stattfand, so müssen auch zu jener Zeit die Grenzen und Formen der heutigen Continente und Meere ganz andere gewesen sein. Auch der sehr mächtige Einfluß der Eiszeit wird für die chorologischen Fragen von der Wanderung und Verbreitung der Menschenarten große Bedeutung beanspruchen, obwohl er sich im Einzelnen noch nicht näher bestimmen läßt. Ich vermahre mich also hier, wie bei meinen anderen Entwicklungshypothesen, ausdrücklich gegen jede dogmatische Deutung; sie sind weiter nichts als erste Versuche.

Register.

- Abänderung 197.
Abessinier 617, 624.
Acranien 506, 512, 584.
Achtstariern 377, 387.
Adaptation 197.
Aethiopier 617, 624.
Affen 545, 570.
Affenmenschen 590, 597.
Agassiz (Louis) 56.
Agassiz's Entwicklungsgeschichte 62.
— Klassifikationsversuch 56.
— Schöpfungsgeschichte 63.
— Speciesbegriff 57.
— Weltanschauung 64.
Ähnenreihe des Menschen 578.
Alalephen 448, 454.
Algen 404, 406.
Altajer 605, 612.
Alluvial-System 345.
Amerikaner 604, 613.
Amnionlose 512, 517.
Amnionthiere 512, 526.
Amnioten 512, 526.
Amoeben 379, 579.
Amoeboiden 379.
Amphibien 517, 523.
Amphioxen 508, 584.
Amphirrhinen 511, 513.
Anamnien 512, 517.
Angiospermen 404, 430.
Anneliden 448, 467.
Anorgane 5, 291.
Anorganologie 5.
Anpassung 81, 139, 197.
— abweichende 221.
— actuelle 202, 207.
— allgemeine 207.
— correlative 216.
— cumulative 209.
— directe 202, 207.
— divergente 221.
— gehäufte 209.
— geschlechtliche 205.
— indirecte 201, 204.
— individuelle 204.
— mittelbare 201, 204.
— monströse 205.
— potentielle 201, 204.
— sexuelle 205.
— sprungweise 205.
— unbeschränkte 223.
— unendliche 223.
— univertelle 207.
— unmittelbare 202, 207.
— wechselbezügliche 216.
Anpassungsgesetze 203.
Anthozoen 455.
Anthropocentrische Weltanschauung 35.
Anthropoiden 571, 575, 590.
Anthropolithisches Zeitalter 344, 347.
Anthropologie 7.
Anthropomorphismus 17, 60.
Araber 617, 624.
Arachniden 492, 494.
Arbeitsteilung 241, 251, 456.
Archelminthen 458, 460.

- Archezoen 459, 460.
 Archigonie 164, 301.
 Archolithisches Zeitalter 340, 344.
 Arier 617, 625.
 Aristoteles 50, 69.
 Art 37, 244, 601.
 Arthropoden 448, 484.
 Articulaten 437.
 Ascidien 466, 510.
 Asteriden 478, 480.
 Astroben 476.
 Atavismus 186.
 Australier 604, 609.
 Autogonie 302.

 Bär (Carl Ernst) 96.
 Bär's Abstammungslehre 97.
 — Entwicklungsgeschichte 262.
 — Thiertypen 48, 436.
 Basken 616.
 Bastarde 130, 189, 245.
 Bastardzeugung 41, 189, 245.
 Bathybius 165, 306, 379.
 Berber 617, 624.
 Beutelheryen 509.
 Beutelherye 540, 543, 588.
 Beutler 540.
 Bevölkerungszahlen 626.
 Bildnerinnen 308.
 Bildungstriebe 80, 226, 300.
 Biogenetisches Grundgesetz 276, 361.
 Biologie 5.
 Blumenlose 402, 404.
 Blumenpflanzen 404, 427.
 Blumenthiere 455.
 Brachiopoden 471.
 Bruno (Giordano) 21, 64.
 Brustlose 538, 540.
 Bryozoen 460, 465.
 Buch (Leopold) 95.
 Büchner (Louis) 98.
 Büschelhaarige Menschen 603, 626.

 Cambrisches System 340, 345.
 Carbonisches System 342, 345.
 Carus (Victor) 97.
 Causale Weltanschauung 16, 67.

 Chamisso (Abalbert) 185.
 Chinesen 605, 611.
 Chorologie 312.
 Cenolithisches Zeitalter 344, 346.
 Cephalopoden 473, 474.
 Cochliiden 473, 474.
 Coelenteraten 447, 452.
 Colelminthen 460, 466.
 Coniferen 404, 429.
 Cormophyten 403.
 Correlation der Theile 196.
 Crinoiden 480, 483.
 Crustaceen 486, 488.
 Ctenophoren 452, 456.
 Cuvier (George) 46.
 Cuvier's Kataklysmentheorie 53.
 — Paläontologie 49.
 — Revolutionslehre 53.
 — Schöpfungsgeschichte 54.
 — Speciesbegriff 46.
 — Streit mit Geoffroy 78.
 — Thierhystem 48.
 — Thiertypen 48, 436.
 Cycadeen 404, 429.
 Cyclostomen 511, 512.
 Cytoden 308.

 Darwin (Charles) 117.
 Darwinismus 133.
 Darwin's Korallentheorie 118.
 — Leben 117.
 — Reise 117.
 — Selectionstheorie 133.
 — Taubenstudium 125.
 — Züchtungslehre 133.
 Darwin (Erasmus) 105.
 Deciduathiere 544, 557.
 Decidualose 544, 550.
 Decksamige 404, 430.
 Deduction 77, 647.
 Demokritus 21.
 Denken 654.
 Devonisches System 342, 345.
 Diatomeen 377, 385.
 Dicke der Erdrinde 349.
 Dicotylen 404, 431.
 Differenzirung 241, 253.

- Diluvial System 345.
 Dipneusten 512, 520.
 Divergenz 241.
 Drachen 532.
 Dravida 604, 614.
 Dualistische Weltanschauung 19, 67.
 Dysteleologie 14, 644.

 Echiniden 480, 484.
 Echinodermen 476, 480.
 Egypter 617, 624.
 Ei des Menschen 265.
 Eidechsen 530.
 Eier 170, 178.
 Eifurchung (Eitheilung) 170, 266.
 Einheit der Natur 20, 301.
 Einheitliche Abstammungshypothese 371.
 Einkeimblättrige 404, 431.
 Eiszeit 324, 348.
 Einweiskörper 294.
 Elefant 559.
 Empirie 71, 640.
 Endursache 20, 31.
 Eocen-System 345, 346.
 Erbadel 161.
 Erbllichkeit 158.
 Erbsünde 161.
 Erbweisheit 161.
 Erkenntnisse aposteriori 29, 636.
 — apriori 29, 636.
 Erklärung der Erscheinungen 28.
 Ernährung 199.

 Fadenpflanzen 404, 414.
 Farne 464, 421.
 Filicinae 404, 421.
 Finnen 605, 612.
 Fische 515, 516.
 Flagellaten 377, 382.
 Flechten 404, 414.
 Flederthiere 544, 563.
 Flimmerkugeln 383.
 Flügeidechsen 530, 531.
 Fortpflanzung 164.
 — amphigone 175.
 — geschlechtliche 175.
 — jungfräuliche 177.

 Fortpflanzung, monogone 164.
 — sexuelle 175.
 — ungeschlechtliche 164.
 Fortschritt 247, 252.
 Freie 106.
 Fulater 604, 615.

 Gattung 37.
 Gegenbaur 278, 491, 503.
 Gehirnentwicklung 270.
 Geist 20, 650.
 Geistige Entwicklung 635, 650.
 Geißelschwärmer 377, 382.
 Gemination 172.
 Generationswechsel 185, 482.
 Genus 37.
 Geocentrische Weltanschauung 35.
 Geoffroy S. Hilaire 77, 103.
 Gephyreen 460, 466.
 Germanen 617, 625.
 Geschlechtsstrennung 176.
 Gestaltungskräfte 80, 300.
 Gibbon 570, 576.
 Glauben 8, 628.
 Gliedertiere 448, 484.
 Gliedfüßer 485.
 Gliedwürmer 460, 466.
 Goethe (Wolfgang) 73.
 Goethe's Abstammungslehre 82.
 — Bildungstriebe 82, 226.
 — Biologie 80.
 — Entwicklungslehre 82.
 — Gottesidee 64.
 — Materialismus 20, 651.
 — Metamorphose 81.
 — Naturanschauung 20.
 — Naturforschung 73.
 — Naturphilosophie 73.
 — Pflanzenmetamorphose 74.
 — Specificationstrieb 81.
 — Wirbeltheorie 75.
 — Zwischentiefersund 76.
 Gonochorismus 176.
 Gonochorismus 176.
 Gorilla 570, 575.
 Gottesvorstellung 64.
 Grant 106.

Gregarinen 381.
 Griechen 617, 625.
 Grüntange 404, 410.
 Gymnospermen 404, 428.
 Halbaffen 544, 558, 589.
 Haisfaurier 512, 521.
 Hasenkaninchen 131, 245.
 Hausthiere 122.
 Heliozoen 389.
 Herbert 105.
 Heredität 158.
 Hermaphroditismus 176.
 Hermaphroditus 176.
 Herschel's Kosmogonie 285.
 Himategen 464.
 Hirnblasen des Menschen 271.
 Holothurien 480, 484.
 Hooker 106.
 Hottentotten 607, 626.
 Hüllstoden 308.
 Hüllzellen 308.
 Huftiere 552, 554.
 Huxley 106, 130, 568.
 Hybridismus 189, 245.
 Hydromedusen 452, 455.
 Japanesen 605, 612.
 Individuelle Entwicklung 261.
 Indochinesen 605, 612.
 Indogermanen 617, 625.
 Induction 77, 647.
 Infusionsthiere 460, 462.
 Infusorien 460, 462.
 Inophyten 404, 414.
 Insekten 494, 496.
 Insektenfresser 545, 561.
 Instinkt 635.
 Franer 617, 624.
 Juden 617, 624.
 Jura-System 343, 345.
 Kaffern 607, 626.
 Kammerwespen 387.
 Kammquallen 452, 456.
 Kampf um's Dasein 143, 225.
 Kant (Immanuel) 89.

Kant's Abstammungslehre 93.
 — Erdbildungstheorie 92.
 — Entwicklungstheorie 285.
 — Kritik der Urtheilskraft 91.
 — Mechanismus 84, 91.
 — Naturphilosophie 90.
 Kataallakten 377, 384.
 Katarrhinen 570, 579.
 Kaukaster 615, 616.
 Keimknospenbildung 173.
 Keimzellenbildung 174.
 Kiemenbogen des Menschen 274.
 Kiemenkerfe 486, 488.
 Kieselzellen 377, 385.
 Klima-Wechsel 323.
 Kloakenthiere 539, 543.
 Knochenfische 516, 519.
 Knospenbildung 172.
 Kohlenstoff 293, 299.
 Kohlenstofftheorie 298.
 Korea-Japaner 605, 612.
 Kosmogonie 285.
 Kosmologische Gastheorie 287.
 Kopernikus 35.
 Korallen 452, 455.
 Kracken 473, 474.
 Krebse 486, 488.
 Kreide-System 343, 345.
 Krocobile 530.
 Krustenthiere 486, 488.
 Kryptogamen 402, 404.
 Kulturpflanzen 122.
 Labyrinthläufer 377, 384.
 Labyrinthklee 377, 384.
 Lamarck (Jean) 98.
 Lamarck's Abstammungslehre 100.
 — Anthropologie 102, 565.
 — Naturphilosophie 99.
 Lamarckismus 134.
 Lamellibranchien 472, 474.
 Lanzetthiere 508, 512.
 Laplace's Kosmogonie 285.
 Laurentisches System 340, 345.
 Lebenskraft 20, 297.
 Lemurien 321, 619.
 Leonardo da Vinci 51.

- Leptocardier 506, 512.
 Linné (Carl) 36.
 Linné's Artenbenennung 37.
 — Pflanzenklassen 401.
 — Schöpfungsgeschichte 40.
 — Speciesbegriff 37.
 — System 36.
 — Thierklassen 436.
 Lockenhaarige Menschen 606, 626.
 Lurche 512, 523.
 Lurdfische 512, 520.
 Lyell (Charles) 112.
 Lyell's Schöpfungsgeschichte 114.

 Magyaren 605, 612.
 Malaien 604, 610.
 Malthus' Bevölkerungstheorie 143.
 Mammalien 536, 545.
 Mantelthiere 460, 465, 510.
 Marsupialien 540, 543, 588.
 Materialismus 32.
 Materie 20, 651.
 Mechanische Ursachen 31, 67.
 Mechanische Weltanschauung 16, 67.
 Mechanismus 34, 91.
 Medusen 452, 455.
 Menschenaffen 571, 575.
 Menschenarten 593, 604.
 Menschenrassen 593, 601, 604.
 Menschenseele 651.
 Menschenspecies 593, 604.
 Mesolithisches Zeitalter 344, 350.
 Metagenesis 185.
 Metamorphismus der Erdschichten 354.
 Metamorphose 81.
 Migrationsgesetz 331.
 Migrationstheorie 326.
 Miocen-System 345, 346.
 Mittelländer 604, 615.
 Mollusken 469, 474.
 Molluskoïden 464.
 Moneren 165, 305, 378.
 Mongolen 604, 611.
 Monismus 32.
 Monistische Weltanschauung 19, 67.
 Monocotylen 404, 431.
 Monoglottonen 621, 626.
 Monogonie 164.
 Monophyleten 371, 599.
 Monophyletische Descendenzhypothese 371.
 Monorrhinen 511, 512.
 Monosporogonie 174.
 Monotremen 539, 543.
 Morphologie 20.
 Mose 404, 419.
 Moses' Schöpfungsgeschichte 34.
 Mollthiere 460, 465.
 Muscheln 472, 474.
 Müller (Frig) 45, 66, 486.
 Müller (Johannes) 278, 511.
 Muscinen 404, 419.
 Myriapoden 493, 494.
 Myzomyceten 377, 385.

 Nactsamige 404, 428.
 Nadelhöfzer 404, 429.
 Nagethiere 545, 559.
 Naturphilosophie 70.
 Neger 608, 626.
 Nematelminthen 460, 463.
 Nesseltiere 448, 454.
 Newton 23, 94.
 Nichtzwitter 176.
 Nubier 604, 614.

 Decologie 645.
 Oen (Lorenz) 86.
 Oen's Entwicklungsgeschichte 262.
 — Entwicklungstheorie 88.
 — Infusorienteorie 87.
 — Naturphilosophie 86.
 — Urschleimtheorie 86.
 Ontogenesis 261.
 Ontogenie 9, 361.
 Orang 571, 576.
 Organe 5.
 Organismen 5, 291.

 Paarnasen 511, 513.
 Paläolithisches Zeitalter 342, 344.
 Paläontologie 49.
 Palissy 52.
 Palmfarne 404, 429.
 Pander (Christian) 262.

- Papua 606, 626.
 Paradies 619.
 Parallelismus der Entwicklung 279.
 Parthenogenese 177.
 Vermischtes System 342, 345.
 Petrefacten 50.
 Pflanzenthiere 447, 452.
 Phanerogamen 404, 427.
 Philosophie 71, 640.
 Phylogenie 10, 361.
 Phylogenese 261.
 Phylum 370.
 Physiologie 20.
 Pilze 404, 415.
 Pitheloidentheorie 646.
 Placentalien 544, 548.
 Placentalthiere 544, 548.
 Placentuer 544, 548.
 Planulaten 459, 580.
 Plasma 166, 294.
 Plasmogonie 302.
 Plastriden 308.
 Plastridentheorie 294, 309.
 Plattnasige Affen 570, 573.
 Plattwürmer 460, 463.
 Platyhelminthen 460, 463.
 Platyrrhinen 570, 573.
 Pleistocen-System 345, 346.
 Pliocen-System 345, 346.
 Polarmenschen 604, 612.
 Polyglottonen 620, 626.
 Polypenquallen 452, 455.
 Polyphylogenie 173.
 Polyphyleten 371, 599.
 Polyphyletische Descendenzhypothese 372.
 Polypen 455.
 Polynesier 604, 610.
 Poriferen 450.
 Primärzeit 342, 344.
 Primordialzeit 340, 344.
 Prochordaten 578.
 Promammalien 538, 543.
 Protamoeben 378.
 Brothallophyten 403, 417.
 Brothalluspflanzen 403, 417.
 Protisten 375.
 Protoplasma 166, 294.
 Protoplasten 377, 379.
 Protozoen 438.
 Radiaten 437, 438.
 Radiolarien 296, 329, 389.
 Rädertiere 460, 467.
 Rassen 247.
 Raubthiere 544, 461.
 Recent-System 345.
 Reptilien 529, 531.
 Rhizopoden 377, 385.
 Ringelwürmer 448, 467.
 Rohrherzen 506, 512.
 Romanen 617, 625.
 Rotatorien 460, 467.
 Rudimentäre Augen 13, 255.
 — Beine 13.
 — Flügel 256.
 — Griffel 14.
 — Lungen 257.
 — Milchdrüsen 258.
 — Muskeln 12.
 — Nishaut 12.
 — Organe 11, 255.
 — Schwänze 258.
 — Staubfäden 14.
 — Zähne 11.
 Rückschlag 186.
 Rundmäuler 511, 512.
 Rundwürmer 460, 463.
 Sackwürmer 460, 464.
 Säugthiere 536, 545.
 Saurier 529.
 Schaaffhausen 98.
 Schädellose 506, 512, 584.
 Schädelthiere 507, 512.
 Scheinhuftthiere 544, 559.
 Schildkröten 530.
 Schimpanse 570, 575.
 Schirmquallen 452, 455.
 Schlangen 530.
 Schleicher 529, 531.
 Schleicher (August) 96, 598.
 Schleiden (J. W.) 97.
 Schleimpilze 377, 385.
 Schlichthaarige Menschen 605, 609.

Schmalnasige Affen 570, 573.
 Schmelzfische 516, 518.
 Schnabelreptilien 531, 532.
 Schnabelthiere 538, 543.
 Schnecken 473, 474.
 Schöpfer 58, 64.
 Schöpfung 7.
 Schöpfungsmittelpunkt 313.
 Schwämme 450, 452.
 Schwanz des Menschen 258, 274.
 Scoleciden 460, 463.
 Secundärzeit 344, 350.
 Seedrachcn 512, 521.
 Seeigel 480, 494.
 Seele 64, 635, 652.
 Seelilien 480, 483.
 Seesterne 478, 480.
 Seewalzen 480, 484.
 Selbstheilung 171.
 Semiten 617, 624.
 Sexualcharaktere 188, 237.
 Silurisches System 340, 345.
 Slaven 617, 625.
 Sonnenvesen 389.
 Species 37, 244, 601.
 Specifische Entwicklung 277.
 Spencer (Herbert) 106, 657.
 Sperma 176.
 Spielarten 247.
 Spirobranchien 471, 474.
 Spinnen 492, 494.
 Spongien 450, 452.
 Sporenbildung 174.
 Sporogonie 174.
 Stamm 370.
 Stammbaum der
 — Affen 571.
 — Amphibien 517.
 — Anamnien 517.
 — Araber 624.
 — Arachniden 495.
 — Arier 625.
 — Arthropoden 489, 495.
 — Catarrhinen 571.
 — Coelenteraten 453.
 — Crustaceen 489.
 — Echinodermen 481.

Stammbaum der
 — Egypter 624.
 — Fische 517.
 — Germanen 625.
 — Gliedertiere 489, 495.
 — Gräcoromanen 625.
 — Hamiten 624.
 — Huftiere 555.
 — Indogermanen 625.
 — Insecten 495.
 — Juden 624.
 — Krebsse 489.
 — Mammalien 545.
 — Menschenarten 605, 626.
 — Menschengeschlecht 571, 578.
 — Menschenrassen 605.
 — Mollusken 475.
 — Organismen 398, 399.
 — Pflanzen 405.
 — Pflanzenthiere 453.
 — Platyrrhinen 571.
 — Säugthiere 545.
 — Semiten 624.
 — Slaven 625.
 — Sternthiere 481.
 — Spinnen 495.
 — Thiere 449.
 — Tracheaten 495.
 — Ungulaten 555.
 — Vertebraten 513.
 — Weichthiere 475.
 — Wirbelthiere 513.
 — Würmer 461.
 — Zoophyten 453.
 Stammfäuger 538, 543.
 Steinkohlen-System 342, 345.
 Sternthiere 476, 480.
 Sternwürmer 460, 466.
 Stockpflanzen 405.
 Straffhaarige Menschen 606, 626.
 Strahlthiere 437, 438.
 Strahlvesen 389.
 System der
 — Affen 570.
 — Arachniden 494.
 — Arthropoden 488, 494.
 — Beuteltiere 543.

System der

- Catarrhinen 570.
 - Coelenteraten 452.
 - Crustaceen 488.
 - Didelphien 543.
 - Echinodermen 480.
 - Erbschichten 345.
 - Fische 516.
 - Formationen 345.
 - Geschichtsperioden 344.
 - Gliedertiere 488, 494.
 - Insecten 494, 501.
 - Krebse 488.
 - Mammalien 543, 544.
 - Marsupialien 543.
 - Menschenarten 604.
 - Menschenrassen 604.
 - Menschenvorfahren 592.
 - Monodelphien 544.
 - Mollusken 474.
 - Pflanzen 404.
 - Pflanzenthiere 452.
 - Placentalthiere 544.
 - Placentner 544.
 - Platyrrhinen 570.
 - Protisten 377.
 - Reptilien 531.
 - Säugethiere 543, 544.
 - Schleicher 531.
 - Spinnen 494.
 - Sternthiere 480.
 - Thiere 448.
 - Tracheaten 494.
 - Ungulaten 554.
 - Vertebraten 512.
 - Weichthiere 474.
 - Wirbelthiere 512.
 - Würmer 460.
 - Zeiträume 344.
 - Zoophyten 452.
- Systematische Entwicklung 277.

- Tascheln 471, 474.
- Tange 404, 406.
- Tataren 605, 612.
- Tausendfüßer 493, 494.

- Teleogie 89, 259.
- Teleologische Weltanschauung 19, 67.
- Tertiärzeit 344, 346.
- Thallophyten 403, 404.
- Thalluspflanzen 404, 404.
- Thierseele 635, 652.
- Totogonie 164.
- Tracheaten 490, 494.
- Tracheenterfe 490, 494.
- Transmutationstheorie 4.
- Treviranus 83.
- Trias-System 343, 345.
- Türken 605, 612.
- Tunicaten 460, 465, 510.

- Uebergangsformen 631.
- Umbildungslehre 4.
- Unger (Franz) 97.
- Ungulaten 552, 554.
- Unpaarnasen 511, 512, 584.
- Unzweckmäßigkeit der Natur 18.
- Unzweckmäßigkeitstheorie 14, 644.
- Uralier 605, 612.
- Urchotoden 308.
- Ursische 515, 585.
- Urgeschichte des Menschen 595.
- Urmenschen 620.
- Ursprung der Sprache 598, 620.
- Urtange 404, 407.
- Urthiere 438.
- Urvesen 375.
- Urzellen 308.
- Urzeugung 301, 369.

- Variabilität 197.
- Variation 197.
- Varietäten 247.
- Veränderlichkeit 197.
- Vererbung 157, 182.
- abgekürzte 190.
- amphigone 188.
- angepasste 191.
- befestigte 194.
- beiderseitige 18.
- conservative 183.
- constituirte 194.
- continuirliche 184.

- Vererbung, erhaltende 183.
 — erworbene 191.
 — fortschreitende 191.
 — gemischte 188.
 — geschlechtliche 187.
 — gleichörtliche 195.
 — gleichzeitliche 194.
 — homochrone 194.
 homotope 195.
 — latente 184.
 — progressive 191.
 — sexuelle 187.
 — unterbrochene 184.
 — ununterbrochene 184.
 — vereinfachte 190.
 Vererbungsgefesse 182.
 Vermenschlichung 17, 60.
 Versteinerungen 50.
 Vertebraten 505, 512.
 vervollkommnung 247, 253.
 Vielheitliche Abstammungshypothese 372.
 Vitalistische Weltanschauung 16, 67.
 Wollhaarige Menschen 603, 626.
 Vögel 512, 532.
 Vorfahren des Menschen 578, 592.

 Waquer (Moritz) 328.
 Wagner (Andreas) 123.
 Wallace (Alfred) 121.
 Wallace's Chorologie 321, 332.
 Wallace's Selectionstheorie 121.
 Walthiere 544, 556.
 Wanderungen der Menschenarten 618.
 Wanderungen der Organismen 314.
 Wechselbeziehung der Theile 216, 220.
 Weichthiere 469, 474.
 Weichwürmer 460, 463.
 Wells' Selectionstheorie 134.

 Willensfreiheit 100, 212, 654.
 Wimperinfusorien 462.
 Wirbellose 436, 505.
 Wirbelthiere 500, 512.
 Wissen 8, 628.
 Wolff's Entwicklungstheorie 262.
 Wollhaarige Menschen 603, 605.
 Wunder 20.
 Wurzelfüßer 377, 385.
 Würmer 457, 460.

 Zahl der Bevölkerung 626.
 Zahuarne 544, 557.
 Zellen 168.
 Zellenbildung 307.
 Zellkern 168.
 Zellentheilung 169.
 Zellentheorie 307.
 Zellhaut 168.
 Zellstoff 168.
 Zeugung 164, 301.
 Zoophyten 447, 452.
 Züchtung, ästhetische 240.
 — geschlechtliche 236.
 — gleichfarbige 235.
 — künstliche 136, 152, 227.
 — medicinische 155.
 — militärische 153.
 — musikalische 238.
 — natürliche 151, 225.
 — psychische 240.
 — sexuelle 236.
 — spartanische 152.
 Zweckmäßigkeit der Natur 17.
 Zweckthätige Ursachen 31, 67.
 Zweieimblättrige 404, 431.
 Zwitter 176.
 Zwitterbildung 176.

Erstehende Menschen-Art:
 M7) mit vier Rassen:
 7^a Esimien, 7^b Koreojapaner,
 7^c 7^d Uralier.



Hypothetische Skizze

des monophyletischen Ursprungs und
 Verbreitung der 12 Menschen-Species
 Lemurien aus über die Erde.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX
TILDEN FOUNDATION

ÜBER DAS
ENTWICKELUNGSGESETZ
DER ERDE.

1. "Earth - formation."

ÜBER DAS
ENTWICKELUNGSGESETZ
DER ERDE.

VON

BERNHARD VON COTTA
PROFESSOR DER GEOLOGIE.

R. Hering.

LEIPZIG
VERLAGSBUCHHANDLUNG VON J. J. WEBER
1867.

A N

.....

Schon im Jahre 1850 habe ich die Idee eines Erdentwickelungsgesetzes im „Neuen Jahrbuch für Mineralogie u. s. w.“ S. 313 angedeutet, und dann 1858 in meinen „Geologischen Fragen“ S. 8 u. 310, noch mehr aber 1866 in meiner „Geologie der Gegenwart“ entwickelt.

Es konnte dies jedoch da überall nur beiläufig geschehen, und es sei mir deshalb gestattet, dasselbe hier etwas selbstständiger vorzulegen, wobei ich jedoch die specielle geologische Begründung als in meiner „Geologie der Gegenwart“ gegeben betrachten darf. Ich hoffe zeigen zu können, dass die Anwendung dieses Entwicklungsgesetzes alle Zweige des Naturwissens innig mit einander verbindet, und dass dasselbe geeignet ist, mit Hilfe der erkannten Naturgesetze, zwar nicht den Ursprung, aber das Werden der beobachtbaren Welt im Allgemeinen zu erklären. Dasselbe beruht auf der Nothwendigkeit steter Summirung von Resultaten aller nach einander eintretenden Vorgänge, und in so weit ist es unzweifelhaft richtig. Bei seiner Anwendung auf die Erdbildung bedürfen wir aber noch gewisser Ursachen für die nach einander eintretenden Vorgänge — z. B. der steten Wärmeabnahme durch Ausstrahlung — und diese Ursachen lassen sich zum Theil nur als höchst wahrscheinlich bezeichnen.

Was wir Naturgesetz nennen, ist eine im Wesen der Dinge begründete Nothwendigkeit, wenn auch dieses Wesen an sich uns unzugänglich bleiben mag. Alle Naturgesetze sind deshalb — einmal erkannt — für uns auch logische Nothwendigkeiten, doch erscheinen sie als solche nicht a priori, sondern erst nach-

dem wir sie gefunden haben; unsere Logik, unser Verstand ist selbst ein Resultat derselben. Streng genommen ist jeder Vorgang ein naturgesetzlicher, so lange aber eine Erklärung dafür noch fehlt, pflegt man ihn nicht so zu nennen.

Alles Vorhandene ist daher als Resultat solcher Vorgänge anzusehen, wenn auch der innere Zusammenhang uns oft noch unklar ist. Jede andere Auffassung verlässt den Weg der exacten Forschung, die zwar häufig Erscheinungen noch nicht durchschauen und erklären kann, in keinem Falle aber andere als natürliche Vorgänge zur Erklärung benutzen oder voraussetzen darf.

Den Bau der Erde und das Leben auf derselben naturgesetzlich zu erklären, ist die höchste Aufgabe der Geologie; ihre Lösung muss stets angestrebt werden, wenn auch das Ziel nie vollständig erreicht wird. Die Gegenwart lässt uns dabei auf die Vergangenheit schliessen, sie ist aber — wenn wir sie auch noch so weit fassen — ein so unendlich kleiner Theil derselben, dass hierdurch dergleichen Schlüsse sehr erschwert werden.

Im Verlaufe der Erdgeschichte sind unzählige Vorgänge, und dadurch Aenderungen der Zustände nach einander eingetreten, welche alle gewisse dauernde Folgen hinterlassen haben; hierauf beruht unser Entwicklungsgesetz, welches möglichst einfach lautet:

Die Mannichfaltigkeit der Erscheinungsformen ist eine nothwendige Folge der Summirung von Resultaten aller Einzelvorgänge, die nach einander eingetreten sind, oder kürzer: die Mannichfaltigkeit der Entwicklungsformen ist Folge der Einzelvorgänge. Je länger dieser Summirungsprozess dauerte, je mehr Einzelresultate er nach einander anhäufte, um so grösser ward sein Erfolg; wir haben somit im gegenwärtigen Zustand der Erde das für jetzt mannichfaltigste Endresultat vor uns, welches aber natürlich nicht einen wirklichen, sondern nur einen augenblicklichen Abschluss darstellt.

Die Sache ist so einfach, dass sie kaum einer weiteren Erläuterung bedarf. Wenn das Andere zum Einen kommt,

dann zu Beiden ein Drittes und so fort, so wird dadurch unzweifelhaft entweder die Zahl der Dinge oder der Theile, Glieder, Gestaltungen eines Dinges vermehrt, und die Mannichfaltigkeit dieses einen Dinges wird durch stete Zunahme der Gestaltungen grösser. Dieses eine Ding ist in unserem Falle die Erde, die sich stets verändert hat, im Wesentlichen ohne Zutritt neuer Substanz, denn den materiellen Zufluss durch Meteoriten können wir als ganz unwesentlich ansehen.

Man wende nicht ein, die Resultate früherer Vorgänge könnten durch neuere zerstört worden sein, denn Etwas bleibt stets davon übrig, und wenn es auch nur in einer neuen räumlichen Gruppierung der materiellen Theile besteht. Jeder neue Lavastrom ändert z. B. etwas den Zustand eines vorhandenen Vulkanes; mag derselbe als Lavastrom auch zerstört werden, seine Theile gelangen dann doch sicher irgendwo wieder zur Ablagerung.

Zu den vorhandenen Aenderungen kamen stets neue, und diese wirkten wieder auf zukünftige; das gilt für den unorganischen wie für den organischen Theil der Erde, bis in die höchsten geistigen Sphären, und es lässt sich diese Zunahme der Mannichfaltigkeit einigermaassen der Geschwindigkeitszunahme des frei fallenden Körpers vergleichen.

Dieses Gesetz ist keine Hypothese, sondern eine logische Nothwendigkeit, nur seine Anwendung auf die Geschichte der Erde wird hypothetisch in so weit diese selbst es ist. Für sicher nachgewiesene Einzelvorgänge ist auch seine Anwendung unzweifelhaft, aber die vollständige Durchführung im Einzelnen ist kaum möglich, weil uns noch so viele Thatsachen in ihrer Aufeinanderfolge unbekannt, oder wenigstens zu unvollständig bekannt sind; dagegen ist es, wie wir sehen werden, leicht, unser Gesetz auf den Erdentwicklungsprozess im Allgemeinen anzuwenden und diesen dadurch zu erklären, wodurch dann zugleich die Abkühlungshypothese sehr an Wahrscheinlichkeit gewinnt.

Grundbedingung für alle Vorgänge der Erdgestaltung ist stete Bewegung, oder Aenderung der Lage der Theile; die

eigentliche Ursache derselben kennen wir zwar nicht, aber wir kennen die Gesetze der Gravitation, der Wärme und Lichtwirkung und der chemischen Stoffverwandtschaft, sowie die Erscheinungen des organischen und geistigen Lebens, und können dieselben auf jene Vorgänge anwenden.

Geologische Forschungen führen uns mit Wahrscheinlichkeit nur bis zu einem einst heissflüssigen Zustande der festen Erdmasse zurück. Diese Folgerung ist zwar nicht vollkommen sicher, aber sie ist im hohen Grade wahrscheinlich durch die Vielzahl der Thatsachen welche darauf hinweisen und damit übereinstimmen. Nehmen wir sie für richtig an, so ergibt sich daraus nothwendig eine seculäre Abnahme der Temperatur des Erdkörpers für die gesammte geologische Zeit, die wiederum vielfach bestätigt wird durch den Bau der Erdkruste und die Vertheilung der organischen Reste in derselben. Diese Abkühlung, welche für uns die Hauptursache aller geologischen Aenderungen ist, lässt uns aber noch weiter zurückschliessen in Zeiträume die dem heissflüssigen Zustande vorausgingen. Auch dieser Zustand erscheint dann nur als eine Folge der Abkühlung eines Gasballes, was wiederum mit gewissen Resultaten astronomischer Forschung und Speculation trefflich harmonirt.

Optische Untersuchungen über die Sonne machen es wahrscheinlich, dass ihre Masse sich gegenwärtig grösstentheils noch im gasförmigen Zustande befindet, der nach Faye's Hypothese einst theilweise in den heissflüssigen, und dann in den festen übergehen wird.

Die Erde ist an der von uns bewohnten Oberfläche bereits fest, aber von einer Wasser- und Lufthülle umgeben, und im Inneren wahrscheinlich flüssig. Der Mond scheint nur noch aus fester Substanz zu bestehen. Da finden wir also in unserem Sonnensystem drei verschiedene Zustände von Himmelskörpern, je nach deren Grösse geordnet. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Körper, als besondere Concretionen einer Weltinsel wesentlich aus denselben Stoffen bestehen, und dass sie zu

einer gewissen Zeit bei gleich hoher Temperatur sich alle durchaus im gasförmigen Zustande befanden. Unter gleichen Abkühlungsbedingungen durch Wärmeausstrahlung in den Welt- raum musste der flüssige und feste Zustand um so früher eintreten, je geringer das Volumen der lokalen Anhäufung war, also beim Mond zuerst, bei der Sonne zuletzt. Ihr jetzt un- gleicher Zustand entspricht demnach ihrer ungleichen Grösse, und sie stellen wesentlich nur drei verschiedene Abkühlungs- oder Entwicklungsstadien der Stoffanhäufung dar. Der Ana- logie nach müssten wir schliessen, dass die Kometen und die Meteoriten, welche letztere als kleinste Weltkörper zuweilen der Erde zufallen, sich längst im festen Zustande befänden, was mit ihrer Erscheinung nicht übereinstimmt; aber wir wissen noch zu wenig über diese Weltkörper, und vermögen kaum zu beurtheilen, ob sie sich nicht fortwährend durch Ballung von Stoffresten erzeugen.

Die veränderlichen Fixsterne, deren Lichtstärke zuweilen auffallend schnell wechselt, lassen sich dagegen nach Faye's neuester Arbeit darüber (*Comptes rendus* t. 63 p. 229), durch die Abkühlungstheorie sehr gut erklären.

Faye nimmt als dem gasförmigen Zustande vorausgehend noch einen dissoluten an, und als Ursache der lokalen Stoff- und Wärmeanhäufung im Raum betrachtet er — wie Andere — die Ballung der Materie durch Gravitation, wobei immense Bewegung in Wärme umgesetzt wurde. Die Weltbildungs- vorgänge noch weiter zurück verfolgend, würden wir vor der Ballung der Materie im Sonnensystem noch eine Ballung der- selben aus dem Weltraume in den des Sonnensystemes anzu- nehmen haben; auch das würde nicht der erste Anfang der Dinge, und noch weniger eine Erklärung desselben sein, sondern nur ein äusserstes Resultat kühner Schlüsse aus der Gegenwart in die Vergangenheit, — ein Hypothesengebäude für welches strenge Beweise fehlen, welches aber mit keinem bekannten Naturgesetz in Widerspruch steht, und aus dem sich der gegen- wärtige Zustand der Erde im Allgemeinen ableiten lässt. Der- selbe erscheint nämlich als eine Nothwendigkeit der Summirung

aller Einzelwirkungen oder vielmehr ihrer Resultate, sobald wir eine immense Anfangstemperatur des geballten Stoffes unter der Herrschaft der Gravitation, der chemischen Verwandtschaft u. s. w., und eine stete Abkühlung durch Wärmeausstrahlung annehmen dürfen.

Da die Entwicklungsreihe der Materie für uns eine absolut unendliche ist, so bleibt es unmöglich, einen wirklichen Anfang der Dinge zu erkennen, oder auch nur zu denken. Wir müssen irgendwo willkürlich in die unendliche Reihe der Vorgänge eintreten, um sie von da an bis heute zu verfolgen. Beschränken wir uns auf die Erde, und wählen wir als Ausgangspunkt der weiteren Entwicklung ihre früheste Individualisirung als Weltkörper im gasförmigen Zustande.

Erstes Stadium.

Alle Stoffe sind gasförmig bei einer gewissen Temperatur, wenn auch der Wärmegrad bei welchem dieser Zustand eintritt, weder für alle gleich, noch bestimmbar ist. Der gasförmige Zustand verhindert — oder ändert wenigstens — die chemische Verwandtschaft der Elemente, im Vergleich zum flüssigen oder festen. War nun die gesammte Erdmasse einst im gasförmigen Zustande, so werden, durch allmälige Abnahme ihrer Wärme, für einzelne Elemente derselben nach und nach neue Zustände, Verbindungen und Gestaltungen eingetreten sein.

Zweites Stadium.

Wärmeabnahme bedingte zunächst die Aenderung des Aggregatzustandes eines Theiles der Stoffe. Damit trat die erste Differenzirung ein, wahrscheinlich nicht nur rücksichtlich des Aggregatzustandes, sondern auch rücksichtlich der Substanz, der chemischen Verbindungen, — d. h. wir müssen erwarten, dass es vorzugsweise gewisse Elemente oder Verbindungen derselben waren, welche zuerst in den flüssigen Zustand übertraten. Wir haben nun also schon zweierlei Zustände und mindestens zweierlei Substanzen, statt der vorher einförmigen Gasanhäufung.

Die Gravitation wirkte ebenso constant als die Abkühlung; ob schon im Gasball die ungleichen Elemente sich einigermassen nach der specifischen Schwere geordnet haben, mag hier unentschieden bleiben. Da aber alle Körper im flüssigen Zustande schwerer sind als im gasförmigen, so folgt von selbst, dass die zuerst flüssig gewordenen sich unmittelbar um das Gravitations-Centrum anhäufen mussten, während die gasförmigen diesen flüssigen Kern umhüllten. Durch fortschreitende Abkühlung musste der flüssige Kern auf Kosten der Gashülle grösser werden.

Hiermit sind wir also in das zweite Stadium der Erdentwicklung eingetreten. Welche neue Trennungen und Verbindungen in dem flüssigen Kern nach Maassgabe des ungleichen specifischen Gewichtes und der chemischen Verwandtschaft eingetreten sein können, lassen wir hier wieder unbeachtet, obwohl auch dadurch die Mannichfaltigkeit der Zustände dauernd vermehrt worden sein dürfte.

Drittes Stadium.

Da die Abkühlung stetig vorschritt, so traten nicht nur neue Substanzen aus der Gashülle zum flüssigen Kern über, sondern der letztere musste auch eine Temperatur erreichen, in welcher er begann von der Oberfläche aus zu erstarren. Wie sich auf Wasser eine Eisdecke bildet, so entstand, nur bei weit höherer Temperatur, auf der flüssigen Erde eine feste Gesteinskruste. Bei völliger Ruhe würde sie sehr einförmig und gleichmässig ausgefallen sein; es waren aber von Anfang an mehrere Ursachen vorhanden, welche eine solche Ruhe und Einförmigkeit verhinderten. Als die entschiedensten sind anzusehen: die veränderlichen Anziehungsrichtungen von Mond und Sonne, die noch jetzt Ebbe und Fluth bedingen. In solchen Bewegungen oder Störungen des Gleichgewichtes erblicken wir die ersten Ursachen von Berstungen der sich bildenden festen Erstarrungskruste, und vom Eindringen der flüssigen Innenmasse in Zerspaltungen dieser Kruste — also die ersten Ursachen von eruptiver Gesteinsbildung.

Damit ist zu den vorhandenen zwei Aggregatzuständen als dritter auch der feste hinzugekommen, und zwar sehr bald unter doppelten Bildungsbedingungen: als Krustenerstarrung zwischen flüssig und gasförmig, und als Massenerstarrung zwischen festen Wänden, über dem flüssigen Kern und unter einer gasförmigen Decke. Wir können dies als ein drittes Stadium der Erdentwicklung durch Abkühlung bezeichnen, in welchem nun — und von da an dauernd bis jetzt — alle drei uns bekannten Aggregatzustände neben einander existirten, ohne dass sich freilich für jeden Grundstoff einzeln sein damaliger Zustand nachweisen lässt. Jedenfalls war dies wieder ein sehr bedeutender Fortschritt in der Mannichfaltigkeit, zumal bei der ersten Erstarrung sicher auch sogleich die chemische Verschiedenheit der Stoffe ungleiche Mineralverbindungen veranlasste.

Das Aufdringen und die Erstarrung eruptiver Massen ist seitdem, wenn auch mit Modificationen, ein stets sich wiederholender Vorgang geblieben, und seine Resultate haben sich fortwährend summirt, d. h. zu den vorhandenen Eruptivgesteinen und Spaltungen, Hebungen, Senkungen oder Aufschüttungen, sind stets neue, etwas andere hinzugekommen. Die wichtigste Modification welche die Verdickung der festen Kruste nach und nach in diesem Vorgang bewirkte, bestand in dem immer deutlicher hervortretenden Unterschied zwischen vulkanischer und plutonischer Erstarrung; der Unterschied zwischen schnellerer Erstarrung nahe der Oberfläche und langsamerer in grosser Tiefe musste immer bedeutender werden, zumal wenn auch die Atmosphäre durch Abgabe von Stoffen nach und nach an Ausdehnung und Dichte verloren haben sollte, wie es wahrscheinlich ist. Dieser Umstand mag es zugleich erklären, dass wir unter den sehr alten Eruptivgesteinen noch keines von echt vulkanischem Charakter kennen.

Wir sind mit diesem dritten Stadium der Erdentwicklung in das specielle Gebiet der geologischen Untersuchung eingetreten, insofern diese vorzugsweise nur den festen Theil der Erde zum Gegenstand wählt. Die Geologie lehrt uns, dass

eruptive Gesteine zu allen Zeiten entstanden, und dass sich sehr weit zurück auch schon einiger Unterschied zwischen vulkanischen und plutonischen Gesteinen machen lässt, der aber wahrscheinlich mit der Verdickung der starren Kruste und der Verdünnung der Atmosphäre zugenommen hat, und jetzt daher grösser ist als in irgend einer früheren Periode. Sie lehrt uns aber auch, dass diese eruptiven Gesteine, beinah unabhängig von der Zeit ihrer Erstarrung, mineralogisch und chemisch etwas verschieden zusammengesetzt sind, so dass man mehr als 50 Arten und Varietäten zu trennen pfllegt.

Die Ausbildung ungleicher Mineralien und ungleicher Textur in den eruptiven Gesteinen von fast gleicher chemischer Zusammensetzung lässt sich grösstentheils durch ungleiche Erstarrungsumstände erklären, und je verschiedenartiger diese im Laufe der Zeit geworden sind, um so verschiedenartigere Resultate sind daraus hervorgegangen; es ist deshalb die Mannichfaltigkeit der Gesteinsbeschaffenheit grösser geworden. Ob die Abkühlung langsam oder schnell, unter grossem oder geringem Drucke, im ruhigen oder bewegten Zustande, unter Einwirkung von Wasser, oder nicht, stattfand, — das Alles hat nothwendig auf den Zustand der eruptiven Gesteine eingewirkt.

Die sehr auffallende Verschiedenheit ihrer chemischen Zusammensetzung, welche ihren deutlichsten Ausdruck in der Grösse des Kieselsäuregehaltes findet, und als Extreme die Basite und Acidite unterscheiden lässt, ist dagegen bis jetzt noch gar nicht befriedigend erklärt. Das ungleiche specifische Gewicht dieser Verbindungen würde nur dann zur Erklärung dienen, wenn sich nachweisen liesse, dass die leichteren Acidite stets die älteren, die schwereren Basite dagegen stets die neueren, aus grösserer Tiefe abstammenden wären; es ist dies aber nicht der Fall, vielmehr sind beide ganz unabhängig von der Zeit, in den verschiedensten geologischen Perioden emporgedrungen.

Allerdings ist es sehr wahrscheinlich, dass in Folge der steten Aenderung allgemeiner Bedingungen — wie Krustendicke, Atmosphärendruck, Oberflächentemperatur u. s. w. — der all-

gemeine Habitus der eruptiven Gesteinsmassen sich mit der Zeit etwas geändert, und jedenfalls vermannichfaltigt hat, aber diese Unterschiede des Alters sind noch nicht bekannt, d. h. die Gesteinsverschiedenheiten die man bis jetzt kennt, lassen sich noch nicht auf Ungleichheiten der Bildungszeit zurückführen; man kann den Gesteinen an sich ihr Alter nicht ansehen, was theilweise wohl durch die mancherlei Aenderungen erschwert sein mag, welche fast alle Gesteine nach ihrer ersten Entstehung erlitten haben, und die deshalb allerdings durchschnittlich deren Alter entsprechen. Wäre es möglich die Resultate aller dieser Umwandlungen — deren Grad eben so gut durch die Energie als durch die Dauer der Einwirkung bedingt sein kann — scharf zu isoliren, und den ursprünglichen Zustand aller Gesteinsmassen sicher zu erkennen, dann würde sich vielleicht eine deutliche Altersreihe der eruptiven Gesteine nach ihrem Habitus herausstellen, wie sie an und für sich wahrscheinlich, aber bis jetzt noch nicht nachgewiesen ist. Der Mangel vortertiärer Basalte und Trachyte spricht wenigstens für eine Zunahme der Entstehungsbedingungen, wenn man auch noch keine entsprechende Abnahme derselben erkannt hat, d. h. noch keine Gesteinsarten von denen sich sicher behaupten liesse: sie können, so wie die ausgestorbenen organischen Species, jetzt nicht mehr entstehen.

Viertes Stadium.

Wir haben die Abkühlung der Erde bisher nur bis zur Erstarrung von Gesteinen verfolgt. Das Verhalten der Elemente in verschiedener Temperatur ist aber ein sehr ungleiches; ein Theil derselben verharrt bei derselben Temperatur noch im gasförmigen Zustande, bei welcher andere schon in den flüssigen oder festen eintreten; zuweilen findet dabei auch eine Ueberspringung des flüssigen Zustandes statt, und auf alle diese Aenderungen des Aggregatzustandes üben auch Druck und chemische Verbindungsweise einen merkbaren, noch nicht für alle Fälle festgestellten Einfluss aus.

Die Elemente des Wassers können sich bei einfachem

Atmosphärendruck erst dann zu flüssigem Wasser vereinigen, wenn die Temperatur unter 100° C. herabgesunken ist. Unter einer dichteren, schwereren Atmosphäre mag das auf der Erde früher, d. h. bei höherer Temperatur geschehen sein, ohne dass sich der wahrscheinliche Wärmegrad der ersten Wasserbildung bestimmen lässt, da wir den Atmosphärendruck zu jener Zeit nicht kennen. Aber es ist höchst unwahrscheinlich, dass Wasser als solches sich schon auf der heissflüssigen Erdoberfläche gebildet haben sollte, — von dem in Mineralien chemisch gebundenen Wasser ist hier nicht die Rede. Die Wasserbildung auf der Erde erscheint uns daher erst möglich, nachdem die Erstarrungskruste eine gewisse Dicke erreicht hatte.

Mit dem flüssigen Wasser beginnt für uns das vierte Stadium der Erdentwicklung; ein neues, höchst wichtiges Agens tritt mit ihm in Thätigkeit und wirkt durch alle späteren Zeiten fort. Das Wasser sammelte sich in den Vertiefungen der festen Oberfläche, ward durch Verdunstung und Niederschlag, Ebbe und Fluth, sowie durch alle Aenderungen der Erdoberflächengestaltung in Folge neuer Eruptionen, fortwährend bewegt, und löste feste Bestandtheile auf, während es andere mechanisch mit sich fortriss. Es begann also von diesem Zeitpunkte an auch der ungemein einflussreiche Prozess der sedimentären Ablagerungen, sowohl durch chemische Auflösung und Niederschlag, als durch mechanische Ab- und Anschwemmung.

Dass dadurch die Mannichfaltigkeit der Bildungen ungemein vermehrt wurde, versteht sich von selbst, und die Resultate dieser Vorgänge haben sich ebenfalls in gewissem Grade summirt, d. h. zu den alten Ablagerungen sind stets neue hinzugekommen, der Zerstörung aber wurde ein immer mannichfaltigeres Material dargeboten.

Wir sind nun in der Entwicklungsgeschichte des Erdkörpers schon weit vorgeschritten, aber doch noch sehr weit zurück hinter der Gegenwart. Es fehlt diesem Stadium noch alles organische Leben; wir stehen noch vor der Zeit, in welcher sich Sedimente mit organischen Resten ablagern konn-

ten. Wir müssen nämlich voraussetzen, dass die Wasserbildung und Wasserwirkung schon bei so hoher Oberflächentemperatur eintrat, dass Organismen irgend einer Art nicht bestehen konnten, denn wir kennen kein organisches Wesen, welches mehr als 60° C. dauernd zu ertragen vermöchte, während die Temperatur des ersten Wassers wahrscheinlich höher als 100° C. war.

Fünftes Stadium.

Mit der Abkühlung bis zur Möglichkeit des organischen Lebens auf der Erde beginnt eine neue Reihe von Bildungen. Wie das geschah, wie Organismen entstanden, ist noch ein völlig ungelöstes Problem. Wenn man sagt: „sie wurden erschaffen“, so ist dies nur eine Verhüllung unserer Unkenntniss, nicht eine wissenschaftliche Erklärung; mit demselben Rechte könnte man sich für alle übrigen geologischen Vorgänge mit so leichter Erklärung begnügen, und sagen: „die Erde ward erschaffen wie sie ist“.

Dem menschlichen Verstande ist es gelungen, die mechanischen und chemischen Vorgänge der Erdbildung (der Natur überhaupt) grösstentheils auf sehr einfache Gesetze zurückzuführen und dadurch zu erklären, ja sogar einen Theil derselben durch Experimente nachzuahmen. So weit vorgeschritten, sollte er vor keiner Schwierigkeit zurückschrecken; denn obwohl es ihm wahrscheinlich nie gelingen wird, das Räthsel der Welt vollständig zu lösen, so vermag er doch dasselbe stets weiter und weiter zurück zu drängen.

Ist es bereits gelungen, organische Stoffverbindungen künstlich, aus unorganischen Elementen, herzustellen, — was ebenfalls erst eine Errungenschaft der neuesten Zeit ist — so darf man auch hoffen, noch die Bedingungen zu finden, unter welchen Zellen, und aus diesen Organismen entstehen.

H. G. Bronn sagte in einem Vortrage, den er 1858 zu Stuttgart hielt: „Wir wissen und weisen durch Berechnung nach, dass die Weltkörper ihre sphäroidische Formbildung der gemeinschaftlichen Wirkung der Anziehungskraft und der Achsendrehung verdanken; — wir sehen die prismatischen Krystall-

Formen der Mineralien noch täglich als Folge chemischer Thätigkeit entstehen; — dagegen kennen wir keine Naturkraft, welche Pflanzen und Thiere hervorbrächte, die nicht abstammen von anderen bereits vorhandenen als neue Einzelwesen alter Arten. Aber wie sind die ersten Stammältern dieser Organismen-Arten entstanden? Diess ist das grosse Räthsel, dessen Lösung uns selbst jene Materialisten schuldig bleiben, welche auch in den organischen Bewegungen nichts anderes als die Wirkungen derselben chemischen und mechanischen Naturkräfte erblicken wollen, welche die Mineralien und Welten hervorbringen. Wohl mag sich die Bewegung des Flüssigen in, nach und aus den Organismen grösstentheils als ein rein physikalischer Vorgang, mag sich die Mischung und Entmischung der Stoffe bei ihrer Bildung als eine chemische Thätigkeit erklären lassen, aber sicherlich nicht die organische Gestaltung, die harmonische Zusammenpassung der einzelnen Bestandtheile, die Zweckbewusste Bewegung des ganzen Einzelwesens! Während das Welt-Sphäroid und der Krystall als solche nur abgeschlossene Erzeugnisse vorhandener Stoffe und Kräfte sind, entwickelt sich der Organismus für eine erst kommende Bestimmung. Wählen wir die Biene zum Beispiele. Wir sehen an ihrem Eie, wenn es zur Made wird, sich Mund und Eingeweide entwickeln, um sie zu ernähren; wir sehen an ihrer Puppe Eierstöcke entstehen zur Fortpflanzung, Krallen zum Festklammern, Flügel zum Fluge, eine Zunge zur Aufnahme des Honigsaftes aus den Blumen, Fühler zum Tasten und Riechen, behaarte Schienen zur Befestigung des einzutragenden Blumenstaubes, wir sehen den Magen sich ausbilden zur Ausscheidung des Wachses, woraus die Waben im Bienenstocke gebildet werden: Alles lange vor der Zeit des Gebrauches und doch in vollkommener Uebereinstimmung mit dem künftigen Lebens-Zwecke, in genauestem Verhältniss zu dem künftigen Willen und den künftigen Fähigkeiten des Thierchens! Das sind wahrlich nicht blinde Schwerkraft und Wahlverwandtschaft, die Das zu schaffen und zu fügen vermöchten. Das ist eine eigene, höhere Lebenskraft!

Und über diesen Kräften allen steht, unabhängig von ihnen, noch eine bewusste eben so allmächtige wie bis in die kleinsten Einzelheiten berechnende Weltordnung, die uns überall eben so deutlich entgegentritt in dem Nebeneinandersein wie in der Aufeinanderfolge der Dinge!“

Das ist Alles trefflich gesagt, aber der ernste Forscher streckt hier doch etwas voreilig die Waffen, indem er an eine höhere Lebenskraft, als an etwas durchaus Unzugängliches appellirt. Sicher, wir kennen die Bedingungen oder Gesetze derselben noch nicht, wie z. B. die der Schwere; Lebenskraft ist daher zunächst nur die Benennung für etwas aus seinen Resultaten Bekanntes, aber auch die Gesetze der Gravitation, des Lichtes, des Tones, der chemischen Verwandtschaft u. s. w. blieben lange unbekannt; der Mensch hat sie erst in den letzten Jahrhunderten, und sehr allmählig entdeckt; früher waren die meisten durch sie bewirkten Erscheinungen eben so unerklärbar, als es die des organischen Lebens noch jetzt sind. Dass die bekannten chemischen und mechanischen Kräfte nicht genügen, alle Lebenserscheinungen der Organismen zu erklären, ist unzweifelhaft, aber durchaus kein Grund, an der Möglichkeit einer Lösung der Räthsel auf diesem Gebiet überhaupt zu zweifeln. Was hier Lebenskraft genannt ist, mag etwas durchaus Anderes sein als Gravitation, chemische Verwandtschaft, Licht- oder Wärmewirkung u. s. w., es mag einem noch unbekanntem Gesetz folgen, aber deshalb ist es noch nicht etwas absolut Unforschliches. Welche enormen Fortschritte hat nicht gerade die organische Chemie erst in den letzten Jahrzehnten gemacht, und welch neues Licht wirft nicht bereits Darwin's Theorie der Artenentstehung auf dieses Gebiet!

Die Bedingungen für die Bildung von Krystallen aus ihren Grundstoffen lassen sich bereits künstlich herstellen, während die für die Entstehung von Pflanzen oder Thieren aus ihren Elementen noch ganz unbekannt sind; aber warum aus bestimmten Elementen bestimmte Krystallformen entstehen, das wissen wir noch eben so wenig, als warum Pflanzen oder Thiere entstehen. In dieser Beziehung ist unsere Kenntniss

für die Gestaltungsursachen des Organischen wie des Unorganischen noch gleich mangelhaft.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zur Entwicklungsgeschichte der Erde zurück. Der Beginn des organischen Lebens bildet jedenfalls ein neues Glied in der Reihe der geologischen Vorgänge. Neue Stoffe werden dadurch aus der Atmosphäre absorbiert, und nachdem sie dem Leben gedient, gelangen sie theilweise als feste Substanz zur Ablagerung. Am deutlichsten ist das für den Kohlenstoff nachweisbar, der von da an in mancherlei Verbindungen an der Gesteinsbildung wesentlich Theil genommen hat, oft zwar in einem Kreislauf der Umbildung; in Summa scheint aber doch während der geologischen Zeit mehr davon in feste Verbindungen übertreten zu sein, als die Atmosphäre in Gasform zurück erhielt. In der Aufeinanderfolge der Organismen zeigt sich dabei deutlich eine, in gewissem Grade wenigstens scheinbar, selbstständige Entwicklungsreihe. Immer neue Formen traten nach einander auf, während alte dafür erloschen. Die fossilen Ueberreste in den ungleich alten Ablagerungen belehren uns, dass das organische Leben auf der Erde stets mannichfaltiger geworden ist, dass es sich in vielen Einzelwesen immer höher entwickelt, und dem gegenwärtigen Zustande mehr und mehr genähert hat. Diese Umgestaltungen sind aber keineswegs unabhängig von denen, welche den unorganischen Theil der Erde betroffen haben; sie stehen vielmehr in engster Verbindung damit. Jede Aenderung der Erdoberfläche, durch welche deren Mannichfaltigkeit zunahm, vermehrte auch zugleich die Mannichfaltigkeit der Existenzbedingungen für Organismen, und veranlasste auf diese Weise neue Entwicklungsformen derselben, ebensowohl wie diese sich gegenseitig in ihrem steten Kampf um das Dasein bedingten.

Wir können zwar nicht den Anfangszustand des organischen Lebens bestimmen, wir werden vielmehr durch die ältesten bekannten Versteinerungen mit deutlicher Form schon mitten in eine Reihe eingeführt, die sich wie zwischen zwei divergirenden Linien breiter und breiter entfaltet hat, ohne dass

uns der Nullpunkt oder Anfang bekannt ist. Hypothetisch mögen wir die einfache organische Zelle als Ausgangspunkt der Reihe betrachten. Wohl ist es möglich, dass aus dieser einfachsten Grundform sich, den ungleichen Oberflächenzuständen und Existenzbedingungen entsprechend, gleichzeitig verschiedene Formen — Species — entwickelten, schwerlich jedoch sogleich mit scharfer Artabgrenzung; in der That zeigt, nach Charpentier, die älteste bekannte Lebensform, das *Eozoon*, bereits vielfache Modificationen, aber noch keine deutlichen Speciesunterschiede.

H. G. Bronn hat sich in seiner Stuttgarter Rede, welche nur die Hauptresultate seiner vieljährigen tiefen Studien übersichtlich zusammenfasste, über den Entwicklungsgang des organischen Lebens auf der Erde vortrefflich ausgesprochen; ihm war damals Darwin's Artentheorie noch nicht bekannt; er selbst führte die gesammte Entwicklung auf einen voraus bestimmten Schöpfungsplan zurück, hielt aber dessen freie Willkür für beschränkt durch die äusseren Existenzbedingungen. Zwei Grundgesetze beherrschten somit nach ihm die Entfaltung des organischen Lebens: das der progressiven Entwicklung und das der Anfügung an die äusseren Existenzbedingungen. Bronn schildert dann in seiner Rede den Entwicklungsgang des Lebens, das Auftreten und die Vermehrung immer neuer, zum Theil höherer Formen und ganzer Abtheilungen. Die Gründlichkeit seines reichen Wissens drängt er in ein möglichst übersichtliches Bild zusammen, und diese gesammte Darstellung stimmt in jedem ihrer Theile vollständig mit Darwin's damals noch unbekannter Theorie überein; an die Stelle eines prädestinirten Planes und an die der Einzelschöpfungen brauchen wir nur die nothwendige Folge von Ursachen einzusetzen, deren Resultate sich summiren. Die Welt wird dadurch nicht weniger bewundernswürdig, und die erste Ursache der Dinge und Vorgänge bleibt noch hinreichend dunkel, um dem menschlichen Verstande ein unermessliches Gebiet der Forschung, dem Gemüth aber ein solches der Anbetung zu hinterlassen.

So dunkel als die erste Zellenbildung ist auch die Fort-

pflanzung durch Keim, Same, Ei u. s. w. Sie liegt uns noch unerklärt als Thatsache vor. Etwas weiter reicht dagegen unsere Kenntniss über die allmälige Umgestaltung der organischen Formen. Einen grossen Schatz von Thatsachen hat darüber eben Ch. Darwin gesammelt, und darauf seine Theorie von der Entstehung der Arten begründet, welche im Wesentlichen eine Anwendung unseres allgemeinen Entwicklungsgesetzes auf das organische Leben ist. Jede Aenderung der äusseren Zustände, sei es nun des Bodens, des Wassers, der Luft oder der socialen Beziehungen unter den Organismen selbst, bedingte auch eine Umgestaltung in der Form oder inneren Organisation der Arten, welche sich höchst allmählig durch natürliche Züchtung vollzog, bis sie den für eine gewisse Periode constanten Charakter einer neuen Species erreichte. Die Entstehung neuer Varietäten und Racen, sei es nun durch natürliche Vorgänge oder durch künstliche Züchtung, ist erwiesen, Darwin hat aber gezeigt, dass zwischen Varietät und Art keine scharfe Grenze gezogen werden kann. Es ist nicht meine Absicht, die höchst complicirten Einwirkungen verschiedenster Art, welche Darwin mit staunenswerthem Scharfsinn verfolgt und nachgewiesen hat, hier einzeln zu wiederholen; ich glaube für den organischen Theil des Entwicklungsgesetzes mich einfach auf sein berühmtes Werk über die Entstehung der Arten berufen zu dürfen.

Wenn der anorganische Theil der Erde in seiner äusseren Gestaltung und inneren Zusammensetzung sich fortdauernd verändert hat, und wenn durch Summirung dieser Aenderungen die Mannichfaltigkeit seiner Oberflächenform wie seiner inneren Zusammensetzung sich nothwendig stets vermehren musste, so folgt daraus von selbst, dass sich auch die Organismen, diesen Aenderungen entsprechend (sich ihnen anschliessend) umgestalten und an Formenzahl zunehmen mussten. Jede Einzelform wirkte aber zugleich bedingend auf zahlreiche andere ein, die sich gegenseitig im Kampfe um das Dasein befanden, und jede Möglichkeit einer neuen Gestaltung ward auch zur Wirklichkeit. Darauf, sowie auf den fortlaufenden klimatischen Aenderungen,

beruht wesentlich der Unterschied der Species in den ungleich alten Ablagerungen, die stete Zunahme ihrer Zahl und der grösseren Entwicklungshöhe Einzelner.

Sechstes Stadium.

Die klimatischen Aenderungen welche ich hier berührte, beruhten wesentlich auf fortschreitender Abkühlung der ganzen Erde. Unsere Theorie setzt eine anfangs sehr hohe Gesamttemperatur voraus, und selbst für die Periode in welcher organisches Leben sich zu entwickeln begann, noch eine so grosse Erdwärme, dass dagegen die Unterschiede ungleicher Sonnenbestrahlung verschwindend klein erscheinen mussten. Mit immer weiterer Abnahme dieser Eigenwärme der Erde mussten aber jene Unterschiede sich mehr und mehr geltend machen, und so traten nach und nach Klimazonen — modificirt durch Oberflächenzustände — immer deutlicher hervor, bis endlich in den kältesten Regionen auch Eisbildung möglich ward. Dadurch ist das sechste Stadium der Erdentwicklung bezeichnet, ohne dass sich für seinen Anfang eine bestimmte geologische Periode bereits feststellen liesse. Die Klimazonen und die Eiswirkungen kamen als neue Ursachen der Mannichfaltigkeit zu den alten hinzu, und wirkten von da an wie diese dauernd fort, um endlich diejenige Mannichfaltigkeit der Erscheinungen zu bewirken, welche wir jetzt vorfinden, die aber keineswegs einen Abschluss der Entwicklung bilden. Dieser Abschluss, das Ende der Reihe, ist uns eben so wenig bekannt als ihr Anfang.

Es ist unmöglich, das unendlich vielseitig ineinander greifende Gewebe der sich gegenseitig bedingenden und summirenden Aenderungen im unorganischen wie im organischen Gebiet vollständig zu entwirren, und seine Fäden einzeln zu verfolgen oder frei zu legen. Selbst wenn man es versucht, nur für eine beschränkte Erdgegend und einen beliebigen Zeitraum als Beispiel, dieses Ineinandergreifen aller Vorgänge zu schildern, so ergiebt sich, dass wir hierzu noch kein Gebiet genau genug kennen. Wäre das aber auch der Fall, so würde sich doch keines von den Nachbargegenden isoliren lassen, da alle mit ihren Vor-

gängen gegenseitig in einander eingreifen. Fassen wir z. B. Deutschland ins Auge, so ist sicher, dass während der Grauwackenperiode die Zahl der Gesteinsarten aus denen sein Boden bestand, die Zahl der Gebirge und die der Thäler weit geringer war als jetzt. Alle diese Dinge haben sich aber allmählig vermehrt; zu den ältesten Gesteinen sind neuere, zum Theil andere, und in anderer Lagerung hinzu gekommen, ebenso zu den ältesten Gebirgen neuere, und in derselben Weise hat sich die Zahl und Mannichfaltigkeit der Thaleinschnitte vermehrt, wenn auch inzwischen Ueberfluthungen statt fanden. Es ist somit der gesammte Bodenbau stets mannichfaltiger geworden. So allgemein ausgedrückt lässt sich der Vorgang allenfalls übersehen, aber jeder Versuch, die einzelnen lokalen Umgestaltungen alle chronologisch an einander zu reihen und aus einander abzuleiten, scheidert, wie gesagt, noch an mangelhafter Kenntniss der Thatsachen und an dem höchst verwickelten Ineinandergreifen derselben.

In den fossilen Resten früherer Lebenszustände liegt uns jedenfalls nur ein sehr lückenhaftes Material des gesammten Entwicklungsprozesses vor; sie stellen nur vereinzelte Glieder einer unermesslichen Reihe dar, aber die Aufeinanderfolge dieser Glieder stimmt durchaus mit Darwin's Theorie und mit unserem Gesetz überein. Es mag zunächst unglaublich erscheinen, dass die unübersehbare Mannichfaltigkeit von ausgestorbenen und lebenden Thier- und Pflanzenformen, durch, den Zuständen entsprechende, allmähliche Umgestaltung einer höchst einfachen Grundform — wie etwa der Zelle — entstanden sein soll; sobald aber einmal eine solche Umgestaltung nachgewiesen werden kann, liegt kein Grund gegen alle übrigen vor, und nur die herrschende Beschränkung der Zeitbegriffe stellt sich noch als eine Schwierigkeit entgegen; diese muss freilich erst überwunden werden, um die ganze Anschauungsweise zugänglich zu machen, und sicher wird jeder unbefangene Forscher sich bald daran gewöhnen, da in Wirklichkeit keine Ursache für irgend eine Beschränkung in dieser Richtung vorhanden ist. Die Zeit ist vielmehr das Einzige über welches der Geolog

ganz frei zu verfügen hat, während er in jeder anderen Beziehung an Naturgesetze, Beobachtungen und Erfahrungen gebunden ist. Es war Sir Ch. Lyell, welcher zuerst die Zeitdauer an die Stelle wunderbarer Energie setzte, und dadurch einen ganz neuen Aufschwung der Geologie anbahnte, wodurch er mehr als irgend ein Anderer zum Reformator dieser Wissenschaft wurde.

Gewiss, die Zeit liegt nicht mehr fern, in welcher sich alle Naturforscher an diese neue Anschauungsweise gewöhnt haben, und in welcher man es dann fast unbegreiflich finden wird, dass der Gedanke der Einzelschöpfungen sich so lange erhalten konnte. Die Vorstellung, der erste Elephant oder die erste Eiche sollten — ohne alle Vorfahren — plötzlich als solche aufgetreten sein, wird dann für eben so wunderbar gehalten werden, wie jetzt etwa der Glaube an Zauberer und Hexen.

Siebentes Stadium.

Im organischen Reich hat die Summirung der Resultate nicht nur immer mehr neue Einzelformen bedingt, welche der stets grösser gewordenen Mannichfaltigkeit ihrer Existenzbedingungen entsprachen, sondern auch eine aufsteigende Organisation in einem Theile der Einzelformen. Was wir höhere Organisation zu nennen pflegen, entspricht, wie schon Bronn zeigte, „einer Vermannichfaltung der Lebens-Vorrichtungen und der für sie bestimmten Organe, einer immer schärferen Theilung der Arbeit zwischen verschiedenen Organen-Arten, einer Verminderung der Anzahl gleichwerthiger Organe bei zunehmender Ausbildung derselben, einer Concentrirung der gleichartigen Vorrichtungen und Werkzeuge auf bestimmte Theile des Körpers, der Centralisirung eines jeden Organen-Systems, einer Zurtückziehung der edelsten (wichtigsten) Organe in das Innere des Körpers, und endlich auch einer Vergrösserung des Körpers bis zu einem gewissen Grade.“ Im Thierreich kommt aber dazu noch die immer vollständigere Entwicklung des Nervensystems und seiner geistigen Functionen.

Durch diese letzteren, welche bei den Thieren höchst unscheinbar beginnen, unmerklich sich vermehren, und im Menschen ihr Maximum erreichen, begann sogar eine ganz neue Phase der organischen Entwicklungsreihe. Das Wesen dieser Functionen, welche wir geistige zu nennen pflegen, ist noch durchaus unergründet. Es handelt sich für unsere Zwecke auch gar nicht um eine Lösung solcher Räthsel oder um eine Entscheidung über die Selbstständigkeit des Geistes, sondern lediglich um die thatsächlichen Erscheinungen des geistigen Lebens. Für diese tritt uns aber zuerst im Menschen eine freie Entwicklung innerhalb einer Formenspecies deutlich entgegen. Bei den Thieren erkennen wir eine wesentliche Zunahme der geistigen Functionen nur von Art zu Art; die gleichzeitigen und die auf einander folgenden Individuen derselben Art unterscheiden sich nur sehr wenig von einander. Beim Menschen dagegen finden wir nicht nur grosse individuelle Verschiedenheiten neben einander, sondern auch einen unverkennbaren Fortschritt des Wissens und Könnens mit der Zeit, d. h. in den auf einander folgenden Generationen derselben formalen Species — einen Fortschritt, der auf diesem Gebiet dem der Formenentwicklung der übrigen Organismen entspricht, und der ebenfalls ein Resultat der Summirung ist.

Bei einigen Thierspecies, besonders bei Hausthieren, sind zwar schon kleine geistige Fortschritte durch Züchtung bemerkbar, gegen die des Menschengeschlechtes erscheinen sie aber nur äusserst gering. In sofern wird durch das Auftreten des Menschen auf der Erde ein siebentes Stadium der geologischen Entwicklungsreihe charakterisirt.

Der Mensch ist der Ausgangspunkt eines besonderen organischen Reiches geworden, welches sich ähnlich über dem Thierreich erhebt, wie dieses über dem Pflanzenreich. Die Fähigkeiten des Körpers werden beim Menschen ergänzt und theilweise ersetzt durch die des Geistes, als einer deutlich hervortretenden Function; Formenspecies werden daher unnöthig. Die Entwicklung des geistigen Lebens beruht aber, wie gesagt, wiederum auf einer Summirung von Resultaten. Ein Gedanke

gebiert den anderen, eine Erfindung die andere, und so fort und fort. Die Summe der geistigen Errungenschaften unserer Vorfahren befähigt uns zu immer weiterem Fortschritt auf diesem Gebiet. Den Fortschritt der Organisation im Thierreich, welcher durch Formenspecies bezeichnet ist, ersetzen wir durch Erfindung von Werkzeugen, Waffen und wissenschaftlichen Apparaten, durch den Umständen entsprechende Kleidung und Wohnung, ohne wesentliche Aenderung unserer äusseren Körperform. Noch vermögen wir keine Grenze zu ahnen für die Entwicklung von Kunst und Wissenschaft, oder für die des Denkens, noch erscheint es daher unnöthig, dass eine ganz neue Phase der Lebensform nach der jetzt höchsten eintrete, am wenigsten aber lässt sich im Voraus bezeichnen, worin eine solche bestehen könnte.

Die Geschichte des Menschengeschlechtes zeigt uns in sich wieder eine Entwicklungsreihe wie die der organischen Formenspecies und der unorganischen Welt. Individuen, Nationen, Gedanken und Erfindungen vermehrten sich durch Summirung, und nicht ohne Einfluss der umgebenden Natur. Individuen, Nationen und selbst Erfindungen überlebten sich auch, und starben aus wie Species; das Luntenschloss, das Steinschloss, das Ruderschiff, die Spindel- und die Sanduhr sind z. B. solche ausgestorbene Erfindungen; aber alle früheren Entdeckungen und Erfindungen wirkten auf alle späteren ähnlicher Art ein, wenn sie selbst auch wieder in Vergessenheit geriethen. Im Allgemeinen ist ein Fortschritt in der Richtung der Mannichfaltigkeit nothwendig und unverkennbar, und diesen pflegen wir in der Regel als höhere Entwicklung zu bezeichnen. Das ist aber ein relativer Begriff. Wenn wir unter Höherem das in unserem Sinne Bessere, Edlere oder Vollendetere verstehen, so entsprechen die auf einander folgenden Entwicklungsphasen keineswegs stets diesem Sinne, sondern in Wirklichkeit nur einer Vermannichfaltigung durch Summirung, mag sie sich nun durch die Zahl der individuellen Verschiedenheiten, durch den complicirten Bau der einzelnen Individuen oder durch vermehrte geistige Entwicklung zu erkennen geben.

Die zunehmend höhere Organisation ist als solche nicht eine nothwendige Folge des Gesetzes, sondern nur eine wahrscheinliche und deshalb oft wirkliche.

Die Geschichte der Völker in ihrer geistigen Entwicklung, wie die der organischen Species, zeigt oft genug das, was wir Rückschritte zu nennen pflegen, weil es unserem Ideal einer aufsteigenden Reihe nicht entspricht; das Entwicklungsgesetz ist aber, wie gesagt, nicht identisch mit einem Vervollkommnungsprozess, sondern die höhere Organisation oder Vervollkommnung im üblichen Sinne ist nur ein durchschnittlich nothwendiges Resultat der Vermannichfältigung. Jene Rückschritte — oder vielmehr was wir so zu nennen pflegen — sind daher nicht Ausnahmen vom Gesetz, sondern ebenfalls nothwendige Folgen desselben. Es ist schwer, die Nothwendigkeit der Rückschritte in der Menschengeschichte deutlich nachzuweisen, in der Entwicklungsgeschichte der Organismen liegt sie aber klar vor, — insofern eine grosse Zahl von einfacheren (niederen) Organismen ihre Existenzbedingungen erst durch die höheren — einige sogar erst durch den Menschen fand — also erst nach diesen höheren in ihrer besonderen Form entstehen konnten, wenn auch verwandte Formen bereits früher vorhanden waren. Die Gesamtheit des Lebens ist dadurch aber allemal mannichfaltiger geworden.

Hiermit habe ich den, unter gewissen Voraussetzungen, nothwendigen Entwicklungsgang der Erde in allgemeinen Umrissen darzustellen versucht, aufrichtig bekennend: dass das Räthsel seines Anfanges, seiner Ursache, seines innersten Wesens und seines Endzieles, durch solche Forschungen ungelöst bleibt.

Ob die Abkühlung der Erde noch fort dauert, oder ob die Ausstrahlung durch Aufstrahlung ausgeglichen wird, hat durch Beobachtung und Rechnung nicht bestimmt werden können. Fourrier's Folgerung aus der seit 2000 Jahren nicht bemerkbar vermehrten Umdrehungsgeschwindigkeit in Folge einer Contraction, ist nicht entscheidend, weil sie einestheils ein mögliches Minimum zurück lässt, und andernteils auch in gewissem Grade ausgeglichen werden könnte durch diejenige Verzögerung

der Umdrehungsgeschwindigkeit, welche nach Dr. Meyer, Delaunay und Airy eine nothwendige Folge der Fluthwirkung ist. Vollständige Temperatúrausgleichung würde unserer Entwicklungsreihe ein Ziel setzen.

Die chronologische Aufeinanderfolge der Hauptwirkungen und Aenderungen lässt sich nach dem Allen, wie folgt, darstellen, wobei jede Wirkung von ihrem Eintritt an constant bleibt, während ihr Eintrittszeitpunkt nur nach ihrem deutlichen Hervortreten annähernd bestimmt werden kann; — jede derselben begann aber offenbar schon früher in geringerem Grade. Man mag vielleicht annehmen, alle Ursachen der Wirkung seien, wie alle Stofftheile, von Anfang an vorhanden gewesen, aber im latenten Zustande verblieben bis ihre Zeit kam, — d. h. bis die Umstände sie wirksam werden liessen —; es ist das ein Gedanke, den Virchow für die Lebenskraft ausgesprochen hat. Die einzelnen Perioden oder Stadien bilden durchaus nicht scharf von einander getrennte Abschnitte.

Reihenfolge der Wirkungen.

1. Gravitation.
2. Wärme (Licht, Elektrizität u. s. w.).
(Ausstrahlung.)
3. Chemische Verwandtschaft. (Krystallisation.)

(Wasser.)
4. Organisation.

(Eis.)
5. Geistesthätigkeit.

Reihenfolge der Vorgänge.

1. Ballung der Materie und dadurch immense Temperatur des Gasballes.
2. Durch Wärmeausstrahlung in den kälteren Weltraum geht ein Theil der gasförmigen Stoffe in den flüssigen Zustand über. Ein flüssiger Kern ist von einer Gashülle umgeben.
3. Durch weitere Abkühlung erstarrt ein Theil des flüssigen Kernes. Es bildet sich eine, aus Mineralsubstanzen bestehende feste Kruste um den flüssigen Kern, umgeben von einer Gashülle.
4. Durch noch grössere Abkühlung wird auf der Oberfläche der festen Kruste Wasserbildung möglich, und von da an Wasserwirkungen. Zwischen die feste Kruste und die Gashülle tritt demnach eine unterbrochene Wasserschicht.
5. Nach einer gewissen Temperaturenniedrigung bilden sich organische Stoffverbindungen, und aus diesen Organismen, deren Mannichfaltigkeit sich nun stetig vermehrt, wie die der unorganischen Gestaltungen.
6. Die Wärmeunterschiede der Sonnenbestrahlung werden bemerkbar, es bilden sich Klimazonen und endlich Eisregionen. Von da an auch Eiswirkungen.
7. Im Thierreich entwickelt sich mehr und mehr das geistige Leben, und erreicht im Menschen sein augenblickliches Maximum.

Druck von J. J. Weiser in Leipzig.

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

DES

K O S M O S

NACH

DEM GEGENWÄRTIGEN STANDPUNKTE DER GESAMMTEN
NATURWISSENSCHAFTEN.

1. ^v Cosmology.

Die Herausgabe einer Uebersetzung in französischer und englischer Sprache,
sowie in anderen modernen Sprachen wird vorbehalten.

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

DES

K O S M O S

NACH

DEM GEGENWÄRTIGEN STANDPUNKTE DER GESAMMTEN
NATURWISSENSCHAFTEN.

MIT

WISSENSCHAFTLICHEN ANMERKUNGEN

VON

HERMANN J. KLEIN.

Es kommt nicht darauf an, möglichst weit, sondern
vielmehr möglichst sicher vorwärts zu schreiten, um
dauernde Spuren dieses Vordringens zu hinterlassen.

BRAUNSCHWEIG,

VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.

1870.

AN

„Generelle Ansichten erhöhen den Begriff von der Würde und der Grösse der Natur; sie wirken läuternd und beruhigend auf den Geist, weil sie gleichsam den Zwiespalt der Elemente durch Auffindung von Gesetzen zu schlichten streben: von Gesetzen, die in dem zarten Gewebe irdischer Stoffe, wie in dem Archipel dichtgedrängter Nebelflecke und in der schauerhaften Leere weltenarmer Wüsten walten.“

A. v. Humboldt.

VORWORT.

Das vorliegende Werk erhebt nicht den Anspruch, seinen Gegenstand erschöpfend zu behandeln, denn dieser ist unermesslich wie die Natur selbst. Es war vielmehr Hauptabsicht des Verfassers, eine möglichst exacte Behandlung derjenigen Materien zu geben, welche für die Frage nach der Entwicklungsgeschichte des Kosmos und speciell der Erde und ihrer Bewohner von vorzugsweiser Wichtigkeit sind. Kürze und Prägnanz der Darstellung, welche es ermöglichen, eine Menge von Thatsachen auf verhältnissmässig engem Raume übersichtlich zusammenzufassen, erschienen als Hauptbedingung. Dagegen hat es der Verfasser verschmäht, von bloss möglichen Verhältnissen ausgehend, glänzend ausgemalte Hypothesen auf Kosten der wissenschaftlichen Wahrheit vorzubringen. Es ist ein grösserer Gewinn, sich an den dermaligen Grenzen der Wissenschaft zu resigniren, als kühne Speculationen an theilweise hypothetische Folgerungen anzuknüpfen, welche nur zu geeignet sind, den mühevoll errungenen sicheren Boden wieder schwanken zu machen.

Das vorliegende Buch verlangt einen unpartheiischen, ruhig überlegenden Leser. Dieser wird finden, dass sich keine einzige positive Schlussfolgerung in dem Werke findet, welche nicht durch wissenschaftliche Thatsachen ihre volle logische Begründung fände. Auf diese Weise musste freilich ein sehr grosses und heterogenes wissenschaftliches Material zur Verwen-

dung kommen und der Verfasser sah sich genöthigt, um den Gang der Darstellung nicht zu verwirren, Specialitäten in besonderen Anmerkungen abzuhandeln, welche den einzelnen Capiteln angehängt sind.

Der Verfasser hat sich streng an seine vorgeschriebene Aufgabe gehalten: diejenigen Thatsachen zu erörtern, welche geeignet sind, Licht auf die Entstehung und Entwicklung der Erde und ihrer Bewohner zu werfen, ohne hingegen schliesslich die gewonnenen einzelnen Resultate, nach dem Vorgange von Buffon und Cuvier, zu einem einzigen Gemälde zu vereinigen, das eben dadurch an wissenschaftlicher Begründung verlieren und dem Urtheile des selbstdenkenden Lesers vorgreifen würde.

Cöln.

Der Verfasser.

INHALTSVERZEICHNISS.

Seite

Einleitung	1
Ziel der Naturwissenschaften. Humboldt's physische Weltbeschreibung. Nothwendigkeit einer physischen Weltgeschichte. Hilfsmittel und Methode der Untersuchung. Erkenntniss der mechanischen Entstehung des Weltganzen. Erstrebtes Ziel der gegenwärtigen Untersuchungen.	

Erster Abschnitt.

Entwicklungsgeschichte der Erde als eines kosmischen Organismus. Grundzüge der Kosmogonie.

Der früheste Zustand der Erde	9
Hilfsmittel bei Erforschung der Entwicklungsgeschichte der Erde als Weltkörper. Kosmische Bedeutung der Erdabplattung. Bischof gegen den feurig-flüssigen Urzustand der Erde. Widerlegung von Bischof's Einwürfen. Die specielle Natur des ehemals liquiden Zustandes der Erde. Unnothwendigkeit, ein noch heute feurig-flüssiges Erdinneres anzunehmen. Einfluss der Insolation auf die Häufigkeit vulcanischer Eruptionen. Schlussbemerkungen.	

Anmerkungen	20
Hunt's Darstellung der Entwicklung des Erdballes aus einer gasartigen Masse. Successive Abnahme der Wassermassen an der Erdoberfläche.	

Entstehung des Sonnensystems und der Erde	26
Theorien über den Urzustand der Erde. Laplace's kosmologische Hypothese. Kant's Theorie. Princip der Einheit des ganzen Sonnensystems. Beweise der neueren Zeit zu Gunsten der Laplace'schen Theorie. Ursprung der Kometen und Sternschnuppen. Kurze Darstellung der Laplace'schen Theorie. Faye's Ergänzung derselben. Bestimmung der radiirenden Sonnenwärme. Ursprung derselben. Die Sonne muss dereinst erlöschen. Berechnungen des gegenwärtigen Alters der Erde. Schlussbemerkungen.	

	Seite
Anmerkungen.	37
<p>Genauere Darstellung der Ansichten Kant's über den mechanischen Ursprung des Weltgebäudes. Entwicklungen von Schiaparelli über die Relation zwischen Kometen und Meteorsteinen. D'Arrest über den Biela'schen Kometen. Ueber die vermuthete Abnahme des Sonnendurchmessers. Adams, Delauney und Stockwell über die Saecular-Variation der mittleren Mondbewegung. Einfluss des Lichtes auf die Vegetation. Untersuchungen über die Abnahme der halben grossen Axen der Planetenbahnen.</p>	
Zweiter Abschnitt.	
Kritische Untersuchungen der gegenwärtig herrschenden Ansichten der Entwicklungsgeschichte der die Erde bewohnenden Organismen, der Organogenie.	
Die Abänderung der Arten	57
<p>Einleitung. Schwierigkeit des Gegenstandes. Untersuchungen von Darwin. Unterschiede zwischen Lamarck's Hypothese und Darwin's Theorie. Nachweis des Princips der Abänderung überhaupt. Divergenz der Meinungen. Gesetze der Variation. Wirkung von Gebrauch und Nichtgebrauch. Allzustrenge Scheidung Darwin's zwischen der sich vererbenden Wirkung von Gebrauch und Nichtgebrauch und der natürlichen Züchtung. Einfluss der Acclimatisation auf das Variiren der Arten. Wichtige Ergebnisse der phänologischen Beobachtungen. Beziehung zwischen den Entwicklungsstadien der Pflanzen und der Wärme ihres Standortes. Physiologische Bedingungen der Acclimatisation. Spontane Variation. Erklärung des spontanen Auftretens constitutioneller Verschiedenheiten. Physiologische Ursache der fortwährenden Differenzirung der Organismen. Correlative Variation. Unkenntniss der äussersten Grenzen der Variation und Verschiedenheit der Meinungen. Bildlicher Vergleich. Kölliker's Einwürfe. Rechtfertigung Darwin's. Weitere Einwürfe gegen Darwin. Rechtfertigung der Untersuchungsmethode Darwin's. Gegenwärtige Unklarheit und Schwierigkeit des Gegenstandes. Erklärung der Thatsachen. Frohschammer's Kritik der Darwin'schen Theorie. Die Instinete.</p>	
Anmerkungen	89
<p>Darrest's Untersuchung über die Wirkung der Temperatur auf die anormale Entwicklung des Embryos.</p>	
Die Vertheilung der Organismen an der Erdoberfläche	92
<p>Thatsächliche Verhältnisse in der Verbreitungsweise der organischen Wesen. Erklärung dieser Thatsachen durch Vererbung</p>	

mit Abänderung. Erörterungen von M. Wagner über das „Migrationsgesetz.“ Zusammenfassung.

Anmerkungen 99

Geologische Aufeinanderfolge der Organismen 105

Wichtigkeit einer genauen Kenntniss der geologischen Nacheinanderfolge der Organismen. Verschiedenheit der Schlüsse bezüglich der Vollständigkeit der paläontologischen Ueberreste. Bemerkungen Darwin's. J. Dalton Hooker über die fossile Botanik. Nothwendigkeit der Uebereinstimmung der geologischen Aufeinanderfolge der Organismen im Allgemeinen mit der Theorie Darwin's. Geologisches Auftreten der verschiedenen Thierarten. Geologische Nacheinanderfolge der Pflanzen. Genügende Uebereinstimmung der Paläontologie mit den Entwicklungen Darwin's.

Stellung des Menschengeschlechtes in der geologischen Vergangenheit. Chronologisches Alter der Menschheit. Die Eiszeit und ihre Ursachen. Sie fällt in Mitteleuropa, zum Theil wenigstens, noch in die historische Epoche. Altersberechnungen der Steinzeit von Boucher de Perthes und Morlot. Neue Bestimmungen von Andrews. Unsicherheit der Altersberechnungen in den Anschwemmungen des Nil und Mississippi.

Physische Entwicklung des menschlichen Stammes. Schädelcapacität. Schaaffhausen über die Entwicklung des Menschen aus dem Affentypus. Es ist gegenwärtig, auf wirkliche Erfahrungen gestützt, nicht erlaubt, anzunehmen, dass einst kein Unterschied zwischen Mensch und Affe bestand. Der Mikrocephalismus darf nicht als Atavismus aufgefasst werden. Nicht zu bestreitende anatomische und physiologische Annäherungen zwischen Mensch und Affe. Schluss.

Anmerkungen 127

Mikroskopische Flora und Fauna in krystallinischen Massengesteinen. Carl Vogt's Untersuchungen der Mikrocephalen. Rougemonts historisch-archäologische Untersuchungen über die Bronzezeit.

Wechselseitige Verwandtschaft organischer Körper; Morphologie; Embryologie; rudimentäre Organe 134

Zuversichtliche Erklärung Darwin's. Entwicklungen Häkel's über Ontogenese und Phylogenese. Parallelismus der embryologischen und geologischen Entwicklung der Organismen. R. Wagner's Erklärung der rudimentären Organe. Vorzüge der Darwin'schen Theorie. Wichtigkeit der embryologischen Bildungen für die Erkenntniss natürlicher Stammverwandtschaften. Nothwendige Vorsicht in verallgemeinernden Schlussfolgerungen. Allgemeine Zusammenfassung über Darwin's Theorie der Artenentstehung. Schluss.

	Seite
Anmerkungen	142
R. Wagner's Einwendungen gegen die Darwin'sche Theorie. Erklärung des Generationswechsels als regulärer Atavismus. Kölliker's Theorie der heterogenen Zeugung. Sprungweise Variationen in Folge natürlicher Züchtung. Häkel's Stamm- bäume. Untersuchungen über die geschlechtliche Fortpflan- zung der Infusorien.	
Darwin's Pangenesis	146
Erklärung der Pangenesis. J. Hooker's Ansichten darüber. Ausspruch des Präsidenten der Linné'schen Gesellschaft. Die Pangenesis ist unbedingt zu verwerfen. Gründe hierfür. Schlussbemerkungen.	
Die Generatio spontanea	152
Darwin's Theorie und die Generatio spontanea. Häkel's Er- örterungen zu Gunsten der Urzeugung. Irrthum Häkel's be- treff der Ursache der Lebenserscheinungen. Allgemeine Be- merkung. Die specielle Aufzählung der älteren Experimente über Urzeugung ist gegenwärtig vollkommen nutzlos. All- gemeine historische Erörterungen. Pouchet's Versuche und die dagegen erhobenen Bedenken. Experimente von Milne Edwards und Claude Bernard. Versuche von Montagazza. Pasteur's Arbeiten. Allgemeine Recapitulation.	
Anmerkungen	167
Die Untersuchungen von Child und Wymann.	

EINLEITUNG.

Wenn man vom philosophischen Standpunkte aus sich über das Endziel der Naturwissenschaften klar zu werden sucht, so erkennt man leicht, dass dieses darin besteht, die Welt der Erscheinungen, wie sie unseren Sinnen so übermächtig entgegentritt, in ihrem causalen Zusammenhange zu begreifen, also nicht als ein blosses Aggregat, sondern, nach Humboldt's schönem Ausdrucke, als ein durch innere Kräfte bewegtes und belebtes Ganzes. Man kann das Streben nach diesem Ziele mit geringerer oder grösserer Deutlichkeit an der Entwicklung der Wissenschaft im gegenwärtigen Jahrhunderte erkennen. Immer enger und enger haben sich die einzelnen Disciplinen an einander geschlossen, immer mehr Verknüpfungspunkte haben sich zwischen ihnen ergeben, und, von wahrhaft philosophischem Geiste durchdrungen, ist die Wissenschaft vom Kosmos entstanden.

Alexander von Humboldt hat in der physischen Weltbeschreibung, die er am Abende seines Lebens mit unnachahmlicher Meisterschaft entworfen, dem, was wir eben als Wissenschaft vom Kosmos bezeichneten, Ausdruck verliehen. Von den entferntesten Nebelflecken, die in mächtigen Fernrohren noch aufglimmend erkannt werden, bis herab zu unserem alten Erd-

sphäroid, der Lagerung und Verwerfung seiner Schichten und der Pflanzendecke an seiner Oberfläche, verschieden nach Maassgabe der geographischen Breite und der Höhe über dem Meere, wurde das Erkannte in seinen allgemeinen Beziehungen zu einander dargestellt.

Um aber die Natur in ihrer Einheit zu erkennen, dazu bedarf es mehr als einer physischen Weltbeschreibung, es bedarf einer physischen Weltgeschichte, die sich zu ersterer wie das Integral zum Differential verhält. Humboldt sagt selbst: „Das Seiende ist aber im Begreifen der Natur nicht von dem Werden absolut zu scheiden; denn nicht das Organische allein ist ununterbrochen im Werden und Untergehen begriffen: das ganze Erdenleben mahnt, in jedem Stadium seiner Existenz, an die früher durchlaufenen Zustände**).

Man hat vielfach darauf hingewiesen, dass zu einer physischen Weltgeschichte keineswegs genügende Materialien vorlägen. Der Hinblick auf mannigfache frühere Versuche könnte wohl daran mahnen, diesem Ausspruche das Gewicht voller Wahrheit beizulegen. In der That werden von mancher Seite alle Bestrebungen, in der hier angedeuteten Richtung zu positiven Ergebnissen zu gelangen, als eines ernstesten Geistes wenig würdig verworfen. Aber diese absprechenden Urtheile sind ebenso vor-eilig wie unrichtig.

Gewiss mit Recht wird man denjenigen Resultaten, zu welchen eine, sich aller empirischen Ergebnisse entsschlagende, sogenannte Naturphilosophie gelangt, keinen anderen Werth als höchstens den eines bloss Möglichen, neben einer unbekanntem Anzahl anderer Möglichkeiten einräumen. Wenn man es aber unternimmt, an der Hand der gesammten Naturwissenschaften und gestützt auf das mächtige Hülfsmittel einer wahren philosophischen Methode, dem Wechsel der Erscheinungsformen der Natur so weit als möglich aufwärts in der Zeit, entgegenzudringen: so darf ein derartiger Versuch, mag er ausfallen wie er immer will, niemals als blosser Speculation (die als solche

*) Humboldt, Kosmos. Bd. 1. S. 63.

freilich dem Kreise der exacten Naturwissenschaften fern liegt) betrachtet werden.

Kant sagt, dass die wahre Naturforschung ihre Erklärungen jederzeit nur auf das gründen solle, was als Gegenstand der Sinne zur Erfahrung gehören und mit unseren wirklichen Wahrnehmungen nach Erfahrungsgesetzen in Zusammenhang gebracht werden kann. Demgemäss muss auch die physische Weltgeschichte ihre einzelnen Ergebnisse ausnahmslos nur auf das als thatsächlich mittels der Sinne Erkannte gründen, wodurch freilich auf Analogie und Induction gegründete, logische Schlüsse ebensowenig ausgeschlossen sein können, wie sie dies, strenggenommen, bei den allergewöhnlichsten Wahrnehmungen sind.

Aus den Tiefen der Vergangenheit reichen unzählige causale Wechselbeziehungen bis zur Gegenwart und werden fortdauern in der Zukunft, gleich wie die Fasern eines Baumstammes sich abwärts in die Wurzel und aufwärts zu den Aesten verzweigen. Viele dieser Beziehungen, ich möchte sagen dieser leitenden Fäden, sind durch die Forschung erkannt worden. Es ist Aufgabe der wissenschaftlichen Naturgeschichte des Kosmos, sie aufwärts, dem Strome der Zeit entgegen, nach ihrem Ursprunge hin zu verfolgen. Man darf nicht bezweifeln, dass es dem analysirenden Verstande gelingen könnte, bis in die unmittelbare Nähe des Convergenzpunktes, von dem alle jene Fäden auslaufen, vorzudringen; aber man darf auch keineswegs ohne weiteres behaupten, dass dies gegenwärtig schon möglich sei. Denn Vieles ist zur Zeit noch dunkel oder gar nicht erkannt, und die Schwierigkeit wächst in dem Maasse, als man sich von der flüchtigen Gegenwart entfernt. Die physische Weltgeschichte, mehr noch als die physische Weltbeschreibung, verläuft, ähnlich wie die allgemeine Menschengeschichte, in ihren Anfängen in einem ungewissen Dämmerseine, wo es schwer hält, den schwankenden Gestalten Dauer und festen Umriss zu verleihen. Dem ernstesten Forscher, der es unternimmt, auf einsamen Pfaden in ein entlegenes Gebiet einzudringen, geziemt es, an die Schwierigkeit zu erinnern, die nur eine flüchtige Betrachtung, den Knoten zerhauend statt ihn lösend, unterschätzen mag.

Wenn die Beschreibung des Kosmos mit den fernsten Nebelflecken anhebt und stufenweise bis zu unserem alten Erdballe herabsteigt, so verfolgt hingegen die Geschichte des Kosmos, die Naturgeschichte des Seienden, im Allgemeinen den entgegengesetzten Weg. Nicht innere Gründe sind es, die dies bedingen, sondern nur äussere, hervorgerufen durch den dermaligen Zustand unseres empirisch erlangten Wissens.

Von dem Zustande, von den durchlaufenen Phasen des Erdkörpers, von der Geschichte unseres Planeten steigen wir, geleitet durch Beobachtung, Analogie und Ideenverbindung, zu den übrigen Wandelsternen und dem Centralkörper unseres Sonnengebietes auf, um von hier, wie von einer hohen Warte aus, einen raschen, kühnen Blick zu thun in den ungemessenen Ocean des Seienden, die Fixsternwelt und ihre Entstehung. Wäre es erlaubt, hier Vergleiche anzustellen, so möchte ich die Resultate, welche sich aus dem Baue und der Bildung des Erdsphäroids ziehen lassen, vergleichen mit den historischen Forschungen in den Original-Urkunden eines reichhaltigen Archivs; jene Schlüsse hingegen, welche sich aus den Beziehungen der Erde zu den übrigen Planeten und unserer Sonne, für den Ursprung und die Entwicklungsgeschichte der ganzen planetarischen Welt ergeben, mit den überkommenen Geschichtsdarstellungen des Alterthums, die wir bei einem Herodot, einem Thukydides, einem Sueton bewundern; die Blicke hingegen in die Geschichte des ganzen sternerfüllten Weltraumes fänden schliesslich ihr Analogon in den Legenden von den Grossthaten der Vorfahren, wie sie bei den Alten nach einfachen Weisen zum Festmahle gesungen wurden.

Unabhängig, nicht von der Entwicklung unseres Erdballes, als vielmehr von der Darstellung und Begründung dieser Entwicklung, werden wir in einem zweiten Theile unserer Untersuchungen das Auftreten vitaler Erscheinungen am Grunde des Luftmeeres sowohl wie des Wasseroceans bis zu seinen ersten Keimen zu verfolgen haben: ein unsicherer und gefahrdrohender Weg, nicht allein wegen der Schwierigkeit des Gegenstandes an sich, sondern auch wegen eines empfindlichen Mangels zahl-

reicher, unter einander vergleichbarer und für den gegenwärtigen Zweck anzuwendender Beobachtungen. Bei solchen Zuständen ist es geboten, doppelt vorsichtig zu prüfen, zu sichten und zu sondern, um nicht durch vielleicht unbedachtsames Voreilen die Verknüpfungspunkte des sicher Erkannten mit dem bloss Geahnten zu verwirren, die leitenden Fäden zu zerreißen. Es kommt nicht darauf an, möglichst weit, sondern vielmehr möglichst sicher vorwärts zu schreiten und dauernde Spuren dieses Vordringens zu hinterlassen. Späteren Tagen mag es dann überlassen bleiben, mit erweitertem Wissen, gleichsam mit überlegeneren Waffen, von diesem Punkte aus abermals weiter zu dringen. In diesem Sinne darf man rücksichtlich der eigenen Individualität mit Goethe sagen: „Der Mensch ist nicht geboren, die Probleme der Welt zu lösen, sondern zu suchen, wo das Problem angeht.“

Erster Abschnitt.

**Entwicklungsgeschichte der Erde als eines
kosmischen Organismus.**

Grundzüge der Kosmogonie.

Der früheste Zustand der Erde.

Die Geschichte des Kosmos bedarf der gesammten Naturwissenschaften als Hilfsmitteln ihrer Forschung. Da, wo es sich um die Entwicklung unseres Erdballes als eines Planeten handelt, sind es aber vorzugsweise zwei, die physikalische Astronomie und die, heute so bewundernswürdig fortgeschrittene Geologie, welche den Schlüssel zur Entzifferung der Urkunden über die Entstehung und Ausbildung unseres Weltkörpers zu geben haben.

Man hat mit Recht bezüglich der Erde hervorgehoben, dass ihre Form ihre Geschichte ausspreche¹⁾. In der That weist die Abplattung unseres Planeten darauf hin, dass die Centrifugalkraft, wie sie durch den Umschwung um die Axe erzeugt wird, ein wichtiges, bedingendes Moment bei der ursprünglichen Gestaltung bildete. Wäre die Erde immer fest gewesen, so hätte die Tendenz der Schwungkraft: die ausserhalb der Rotationsaxe liegenden Theilchen von dieser zu entfernen, nicht zur Geltung kommen können. Die Realisirung dieser Tendenz, wie sie sich in der sphäroidalen Gestalt der Erde ausspricht, beweist daher, dass ihr ursprünglicher Zustand ein mehr oder weniger liquider war, gleichgültig ob feuriger oder wässeriger Natur.

Angeregt vielleicht durch Cassini's Entdeckung der sphäroidalen Gestalt des Jupiter²⁾, scheint Newton der Erste gewesen zu sein, der das Factum der Erdabplattung in seiner kosmischen Bedeutung für die Bildungsgeschichte unseres Planeten erfasste, wie er allgemein der Erste war, der eine Abplattung

der Erde überhaupt annahm. Allein wenn auch in jener Beziehung zwei Jahrhunderte hindurch vollständige Uebereinstimmung der Meinungen herrschte, so hat hingegen ein langer, für die Entwicklung der Geologie freilich sehr erfreulicher Zwist über die Natur des liquiden Zustandes geherrscht. Ich brauche hier nur der allgemeinen Bezeichnungen „Neptunismus“ und „Vulcanismus“ zu gedenken, um an eine lange Reihe wissenschaftlicher Discussionen, zugleich aber auch an unermüdliche Bestrebungen nach Sammlung zuverlässiger Beobachtungen zu erinnern, die sich allenthalben, wo der Sinn für wissenschaftliche Forschung rege war, zeigten. Es ist Aufgabe der Geschichte der Wissenschaft, nicht aber der Naturgeschichte des Kosmos, den Kampf jener beiden Ansichten über den ursprünglichen Bildungszustand der Erde in seiner historischen Entwicklung aufzuzählen. An dieser Stelle bedarf es nur der Erinnerung an den Ausgang des Streites, der mit der vollständigen Aufnahme des Neptunismus in den Vulcanismus, speciell bezüglich der Erde, mit der Annahme eines feurig-flüssigen Zustandes unseres Planeten in der Vorzeit, endigte.

Die neueste Zeit hat die sonderbare Erscheinung dargeboten, dass eine Lehre, die über allen Zweifel begründet erschien, die Theorie des ursprünglich feurig-flüssigen Zustandes der Erde, aufs Neue mit scharfen Waffen angegriffen wurde, so dass es nothwendig erscheint, hier specieller auf die vorgebrachten Einwürfe einzugehen.

Bischof, der Verfasser der „chemischen Geologie“, ist in seinen Angriffen gegen den feurigen Ursprung der Erde am weitesten gegangen ³⁾. Nach den Anschauungen, welche dieser Gelehrte zu begründen sucht, war unser Planet ursprünglich nicht einmal liquide. „Nichts steht der Vermuthung entgegen,“ sagt Bischof, „dass der Meeresboden, die ehemalige Erdoberfläche, kugelrund war. Huygens' und Newton's Hypothese eines vormaligen feurigen Zustandes der Erde, woraus diese grossen Naturforscher die Abplattung als Folge der Rotation zu erklären gesucht haben, und die hierüber geführten Discussionen, ob es ein feurig- oder ein wässerig-flüssiger Zustand war, wer-

den überflüssig.“ Die Beweise für seine Behauptung eines kugelrunden Meeresbodens, findet Bischof in den Ergebnissen der neueren Tiefenmessungen. Der gelehrte Chemiker giebt in der oben citirten Schrift eine Tafel derjenigen Sondirungen, die nach seiner Ansicht Zutrauen verdienen. Sie folgt untenstehend; r' ist die Länge des Erdradius unter der betreffenden geographischen Breite, bei Annahmè eines Aequatorealradius von 859,438 geogr. Meilen und einer Abplattung von $\frac{1}{289,1}$, c ist der Abstand des Meeresbodens vom Centrum der Erde, m die Meerestiefe.

geogr. Breite.	geogr. Länge.	r'	m	c	Beobachter.
1) 36° 49' s.	37° 6' w.	858,367	1,891	856,476	Denham.
2) 50 30 n.	10 bis	857,655	0,589	857,066	Field u. Berryman.
3) 50 30 n.	50 w.	857,655	0,595	857,060	"
4) 52 10 s.	139 16' ö.	857,577	0,355	857,222	"
5) 56 n.	10 bis 50 w.	857,389	0,499	856,890	"
6) 63 47 s.	149 14 w.	857,041	0,410	856,622	"
7) 71 23 n.	8 44 w.	856,760	0,073	856,687	C. Vogt u. Berna.
8) 77 45 s.	178 55 ö.	856,597	0,101	856,496	"
9) 78 53 n.	5 56 ö.	856,572	0,164	856,408	Scoresby.
10) nahe bei der vorherg. Stelle.		856,572	0,147	856,425	"

Aus diesen Resultaten ergibt sich, wie Bischof bemerkt, dass die allgemeine Form des Meeresbodens keineswegs diejenige eines Sphäroids von $\frac{1}{289}$ Abplattung ist. Wäre dies der Fall, so müssten die äussersten Werthe in der Columnne c um 1,8 geographische Meilen differiren, was nicht statt hat. Setzt man an Stelle der Bischof'schen Schätzung eine strenge mathematische Berechnung ⁴⁾, so ergeben die Messungen Nr. 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10 als mittleren Werth der Abplattung $\frac{1}{584}$ und der äquatoreale Radius des Meeresbodens wird 857,9, der polare Radius 856,4 geogr. Meilen. Dagegen folgt aus Nr. 1, 2 u. 4 nicht allein keine sphäroidale Gestalt, sondern diejenige eines Umdrehungs-Ellipsoids, dessen Polaraxe im Mittel $\frac{1}{59}$ länger als die äquatorale Axe ist. Dass solche nicht mit den Gesetzen der Schwere bestehen kann ist einleuchtend. Lässt man die Denham'sche Messung ausfallen, so ergibt das Mittel der übrigen allerdings eine Gestalt des Meeresbodens, die von jener der Kugeloberfläche

wenig oder gar nicht abweicht. Bischof nimmt, wie bereits bemerkt wurde, die Sondirungen als zuverlässig an, während allerdings physikalische und nautische Erfahrungen dagegen sprechen. Trowbridge hat ausführlich nachgewiesen, dass sämtliche vorhandenen Messungen grösserer Meerestiefen durchaus unsicher sind und der Irrthum denselben absoluten Werth erlangen kann, wie das gefundene Resultat⁵⁾. Die Denham'sche Messung hat schon früher Maury bedeutend reducirt und Trowbridge zeigt, dass Denham's 9pfündiges Senkblei in 3000 Faden Tiefe pro Secunde keineswegs 2 Fuss sinken konnte, indem der Widerstand des Wassers auf eine Schnur von dem Durchmesser der angewandten, bei 2 Fuss Geschwindigkeit in der angegebenen Tiefe mehr als das Dreifache vom Gewichte des benutzten Senkbleies beträgt. Denham's Messung ist hiernach nur bis zu etwa 1000 Faden Tiefe als zuverlässig anzusehen, darüber hinaus verdient sie kein Vertrauen. Ueberhaupt fehlt es gegenwärtig noch an vollkommen zuverlässigen Methoden, um Seetiefen zu messen (der von Siemens vorgeschlagene Tiefenmesser ist praktisch noch nicht benutzt worden); jedenfalls weiss die heutige Wissenschaft viel zu wenig über das Bodenrelief des Meeres, um auf einzelne, unvollkommene Wahrnehmungen gestützt, Schlüsse von der Tragweite jener zu ziehen, welche Bischof darauf gestützt hat.

Dann lässt sich der Bischof'schen Theorie, welche in ihren Grundzügen sehr vieles mit der Mohr'schen Hypothese⁶⁾ gemeinsam hat, ein weiterer, sehr gewichtiger Einwurf machen, der auf der regelmässigen Lagerung der Schichten des Erdinnern, die schon Laplace annahm, beruht.

Die analytische Mechanik beweist, dass die Anziehung einer Kugel (von der die Erde im Allgemeinen nur sehr wenig abweicht) auf jeden Punkt ihrer Oberfläche so wirkt, wie wenn die gesammte Masse im Mittelpunkte vereinigt wäre. Nun verhält sich auch in der That die Anziehung der Erde sehr nahe so, wie dies bei einer regelmässigen (concentrischen) Schichtenlagerung der Fall sein muss. Die Abweichungen, die sich bei den grossen geodätischen Operationen in der Verschiebung der

Zenithpunkte bemerklich machen, erscheinen so gering, dass sie nur bei sehr genauen Messungen erkennbar, und mit Recht den Unregelmässigkeiten in den obersten Schichten der alten Erde zugeschrieben werden. Wäre unser Planet ein Aggregat einzelner Massen, die bloss in ihrer Gesammtheit die Gestalt einer Kugel bildeten, so würde gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit eines dem obigen analogen Baues, unendlich gering werden. Denn nur dann, wenn sämmtliche Theile ursprünglich liquide waren und sich unter dem dominirenden Einflusse der Gravitation (neben welcher allerdings auch die chemische Verwandtschaft auftrat) um einen Anziehungs-Mittelpunkt gruppirten, ist eine reguläre, concentrische Schichtung denkbar. Leugnet man aber mit Bischof die Thatsächlichkeit eines ehemaligen liquiden Zustandes, so leugnet man gleichzeitig die Möglichkeit eines Factums, dessen Wirklichkeit durch geodätische Messungen und Pendelschwingungen ist constatirt worden.

Wäre die Erde nicht aus einem liquiden Urzustande erstarrt, wäre also die Massenvertheilung im Innern eine durchaus willkürliche, was nothwendig auf eine Vielzahl verschiedener Anziehungscentra führen müsste: so würden wir heute nicht einmal ihre wahre Gestalt und Grösse finden können, es wären keine astronomischen Beobachtungen, keine Ortsbestimmungen auf dem Meere, keine oceanische Schifffahrt, kein Welthandel endlich möglich. So vieles liegt daran, dass das Umdrehungssphäroid, dessen Oberfläche wir bewohnen, aus einer liquiden Masse erstarrte; und derjenige Zustand der Erde, dessen ehemalige Existenz einige hochverdiente Forscher der Gegenwart in Abrede stellen wollen, hat allein ihnen die Möglichkeit an die Hand gegeben, ihre Behauptungen durch Beobachtungen zu unterstützen.

Weniger entscheidend mit wenigen Worten lässt sich die genauere Natur des ehemaligen liquiden Zustandes nachweisen. Doch ist es unzweifelhaft, dass die schon 1690 von Leibnitz ausgesprochene Vermuthung, unsere Erde sei anfänglich feurigflüssig gewesen, der Wahrheit entspricht.

B. v. Cotta sagt?): „Den heissflüssigen geologischen Anfangszustand schliessen wir aus dem Ueberrest der Erdwärme,

welcher sich durch Temperaturzunahme mit der Tiefe, und durch die vulcanische Thätigkeit zu erkennen giebt; aus der beobachteten Reihenfolge der fossilen Organismen, welche für frühere Perioden eine grössere Erdwärme andeutet. Es mag zugegeben werden, dass der einst heissflüssige Zustand dadurch noch nicht als sicher erwiesen anzusehen sei, da keiner der angeführten Gründe für sich allein ein zwingender, jede andere Deutung ausschliessender ist. Ihre Uebereinstimmung ist es, welche am meisten wiegt, und die Annahme entspricht jedenfalls am besten dem gegenwärtigen Standpunkte aller Naturwissenschaften in ihrer Anwendung auf die Geologie.“

Dieser Ausspruch des gelehrten Freiburger Geognosten ist freilich nicht ganz correct. Denn nicht sowohl die allorts beobachtete Thatsache der, mit zunehmender Bodentiefe kräftiger auftretenden Eigenwärme des alten Erdballes, ebensowenig wie mineralogische und geologische Schlüsse über die Entstehungsweise einer Reihe der ältesten Gesteine sind es, die dazu zwingen, einen ehemals heissflüssigen Urzustand der Erde zu substituiren. Vielmehr ist es aus der neueren Wärmetheorie selbst zu entnehmen, dass Hitze das dominirende Princip im Jugendalter unseres Planeten sein musste, indem das Wasser — in seiner secundären, durch die Wärme allein bedingten Aggregatform — keineswegs jene lösende Kraft für alle Elemente besitzt, die hier anzunehmen nothwendig ist, die aber bei genügender Wärmezufuhr ohne allen Zweifel eintritt.

Wenn die Wärme, wie heute unzweifelhaft, eine Bewegung der Körperatome ist^{*)}, und die grössere oder geringere Bewegungsamplitude den Aggregatzustand bedingt, so liegt die Wahrheit der zuletzt ausgesprochenen Behauptung offen am Tage.

Die Untersuchungen der chemischen und mineralogischen Zusammensetzung der Gesteine ist gegenwärtig noch keineswegs so weit vorgeschritten, um an ihrer Hand allein ein endgültiges Urtheil über Entstehungsweise derselben aussprechen zu können. Dagegen vermag sie freilich einzelne, mehr oder minder wichtige Beiträge zur Beantwortung der Frage nach dem Urzustande der Erde zu liefern.

Man weiss, dass seit Leopold von Buch den vulcanischen Ursprung des Basalts gegen Werner's neptunistische Theorie behauptet und in den Augen der Geologen begründet hat⁹⁾, dieses Gestein in der That als aus feurigem Flusse erstarrt angesehen wird. Ganz neuerdings hat Friedrich Mohr diese Lehre zu erschüttern versucht, indem er den Nachweis zu führen unternahm, dass da, wo Basalt als einst unzweifelhaft geschmolzen auftritt, dies nur als ein locales Phänomen aufzufassen sei, das allgemein den vulcanischen Ursprung des Basalts nicht beweise. Die auf dem Meissner, Hirschberge und Habichtswalde vorkommenden stänglichen Braunkohlen, welche allgemein als ein Beleg für die feurige Einwirkung des Basalts auf jene Kohlen angesehen werden, sollen nach Mohr gerade das Gegentheil hiervon beweisen¹⁰⁾. Nach den Analysen von Kühnert¹¹⁾, bei welchen die Proben sämmtlich bei 100° C. getrocknet wurden und kein fertig gebildetes Wasser mehr enthielten, besitzen jene Kohlen alle zwischen 3 und 5 Proc. Wasserstoff und 22 bis 30 Proc. Sauerstoff. „Wenn ein organischer Körper,“ sagt Mohr¹²⁾, „durch Erhitzen Wasser aus seinen Bestandtheilen bildet, so kann dasselbe nach dem Erkalten nicht wieder in die rückständige Kohle als Bestandtheil eintreten, sondern nur als hygroskopisches Wasser, was aber bei 100° C. wieder entweicht. Es liegt also in den Resultaten der Analyse der Beweis, dass die sämmtlichen Kohlen des kurhessischen Gebietes niemals selbst bis zur schwachen Rothgluth erhitzt gewesen sein konnten, weil bei dieser Temperatur nicht Sauerstoff und Wasserstoff als Bestandtheile eines organischen Körpers in so grosser Menge verbleiben konnten. Ein einmal geglühter organischer Stoff hinterlässt eine Kohle oder Coake, die, nach Vertreibung des hygroskopischen Wassers, bei Luftabschluss geglüht, kaum mehr einen Gewichtsverlust ergeben kann und auch wirklich nicht ergibt.“

Eine grosse Monographie des Basalts, welche gelegentlich einer Preisausschreibung der Haarlemer Gesellschaft der Wissenschaften von Dressel ausgearbeitet und die gekrönt wurde, entscheidet hingegen, zum Theile nach den Resultaten mikrosko-

pischer Untersuchungen, für den feurig-flüssigen Ursprung des Basalts. Die schönen und überaus umfassenden Untersuchungen über die mikroskopische Zusammensetzung und Structur der Basaltgesteine, welche unlängst Ferd. Zirkel veröffentlicht hat, zeigen durch das Vorhandensein von glasiger Masse zwischen den Gemengtheilen der Basalte und durch die nie fehlenden Glaseinschlüsse in denselben, dass die gewöhnlichen Basalte ebenso wohl wie die basaltischen Laven aus geschmolzener Masse erstarrt sind. Da ferner gewisse mikroskopisch kleine Hohlräume in den Gemengtheilen des Basalts flüssige Kohlensäure enthalten, so wird auf einen ungeheuren Druck während des Ausscheidens dieser Krystalle geschlossen. Oberflächliche Lavaströme zeigen in ihren Gemengtheilen ebenfalls bisweilen flüssige Kohlensäure, auch diese müssen sich daher nach Zirkel in grossen Tiefen gebildet haben und erstarrt an die Erdoberfläche gebracht worden sein.

Es ist hier nicht der Ort, den Versuch zu wagen, solche Gegensätze zu vereinigen; hier sollte nur an einem bestimmten Beispiele gezeigt werden, dass die Lehre von der Entstehungsart der Gesteine nach ihrer dermaligen Verfassung noch keineswegs so weit entwickelt ist, um einwurfsfrei über den ursprünglichen Zustand der Erde sprechen zu können.

Aber auch die Zunahme der Bodentemperatur mit wachsender Tiefe kann gegenwärtig nicht mehr a priori als Beweis für das heute noch feurig-flüssige Erdinnere dienen. Die Lehre von der Umsetzung der Kraft, die experimentale Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents, zeigt mit Evidenz, dass der Druck der Erdschichten, dass das Sinken der Länder im Boden Wärme erzeugen muss. Das thermische Aequivalent der Kraft beträgt 0,429 Kilogrammometer¹³⁾, so dass 429 Gramm, die 1 Meter hoch herabfallen, ein Quantum Wärme erzeugen, welches genügt, 1 Gramm Wasser um 1 Grad des hunderttheiligen Thermometers zu erwärmen. Es ist unzweifelhaft, dass durch die Aushöhlungen, welche die meteorischen Wasser, in die Erde eindringend und wieder, tropfbar oder verdunstet, zu Tage tretend, erzeugen, vielfache Senkungen im Boden entstehen

müssen. Ebenso gewiss werden hierdurch Wärmeerscheinungen im Erdinnern auftreten; ob aber die so erzeugte Wärme ausreicht, die Zunahme der Bodentemperatur zu decken, muss vorläufig dahin gestellt bleiben.

Man weiss, dass die grossen Geologen aus der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts, an der Spitze Buch und Humboldt, aus der Wärmezunahme gegen das Erdcentrum hin auf die Dicke der Schicht geschlossen haben, welche den noch als feurigflüssig betrachteten Kern umhüllt. Bei der sich auf diesem Wege ergebenden Mächtigkeit von 5 bis 10 Meilen, gegen eine glühende Masse von 850 Meilen Radius, hat man vielfach nicht einsehen können, wie diese feste Schale ungeschmolzen und unzerstört das ungeheure Gluthmeer umhülle. Auch eine Vielheit anderer Thatsachen, deren nähere Erörterung aber nicht hierhin gehört, haben ausgezeichnete Forscher der Gegenwart, wie Lyell, Volger, Bischof und Andere, zu dem Schlusse geführt, dass eine so geringe Dicke der festen Erdschicht, gegenüber dem feurigflüssigen Kerne, nicht existirt. Die Gründe, welche Humboldt und Buch für ihre Hypothese geltend machten und unter denen auch dem Umstande grosses Gewicht beigelegt wurde, dass Hunderte von Meilen lange Vulcanreihen, wie Essen über einer einzigen Spalte stehend, angetroffen werden, sind keineswegs unanfechtbar. Man könnte bei diesen Reihenvulcanen immerhin ein gemeinsames feuriges Reservoir annehmen, ohne dieses bis zum Mittelpunkte der Erde auszudehnen. Ja, der Umstand, dass in einzelnen Theilen solcher ausgedehnten Vulcanreihen furchtbare Eruptionen erfolgen, während die vulcanische Thätigkeit an den meisten anderen Punkten ruht, spricht vielmehr für einen, der Erdoberfläche verhältnissmässig nahen Sitz der vulcanischen Kräfte, als zu Gunsten der entgegengesetzten Annahme.

A. Perrey hat vor längerer Zeit eine Zusammenstellung geliefert, aus welcher er folgert, dass der Mond, analog den Gezeiten, auch einen Einfluss auf die Häufigkeit der Erdbeben zeige ¹⁴⁾. Es fallen nämlich auf die

Syzygien . . . 1901 Erdbebetage,

Quadraturen . 1753 „

Diese Zusammenstellung beweist aber kaum dasjenige, was Perrey daraus folgert, denn der Unterschied beträgt nicht mehr als 4 Proc. der Gesammtanzahl, ist also viel zu gering, um mit Sicherheit ausgesprochen werden zu können. Uebrigens macht Rudolf Falb scharfsinnig darauf aufmerksam, dass es für eine genauere Untersuchung völlig unzureichend ist, einen Neumond wie den anderen zu betrachten, indem (ein feurig-flüssiges Erdinneres vorausgesetzt) keineswegs jeder Neu- und Vollmond gleich stark wirkt; ebenso wenig dürfen alle Perigäen zusammengeworfen werden, da die schwach wirkenden offenbar viel häufiger sind als die stark wirkenden. In diesem Falle müssen sogar stets mittlere Zahlenwerthe ein negatives Resultat ergeben, indem die Quadraturen das an sich ziehen, was eigentlich den schwachen Syzygien gebührt.

Ziemlich verbürgt scheint die Thatsache zu sein, dass Erdbeben in den Herbst- und Wintermonaten weit zahlreicher auftreten als in den übrigen Jahreszeiten.

Nach Mairan fallen von 120 bis zum Jahre 1831 in Basel bemerkten Erderschütterungen 80 auf Herbst und Winter.

Nach Kluge ergibt sich bezüglich der Vertheilung der von 1821 bis 1830 auf der nördlichen Erdhälfte beobachteten Er-schütterungen:

Januar bis März	98 Erdbeben
April . „ Juni	95 „
Juli „ September .	75 „
October „ December .	101 „

Die vulcanischen Eruptionen zeigen eine ganz entgegengesetzte Periode der Häufigkeit. Auf der nördlichen Halbkugel fielen unter 787 Eruptionen auf den

Sommer	314 Eruptionen
Winter	267 „

Die südliche Hemisphäre hat bekanntlich Winter, wenn auf der Nordhälfte Sommer herrscht und umgekehrt. Dort fielen unter 206 vulcanischen Ausbrüchen auf die Monate

September bis Februar . .	129 Eruptionen
März „ August . .	77 „

Diese Thatsachen beweisen, dass die Insolation, d. h. die von der Sonne auf die Erdoberfläche niederströmende Wärme, einen wichtigen Factor beim Zustandekommen vulcanischer Eruptionen bildet. Kluge¹⁵⁾ hält, als Resultat sehr zahlreicher Untersuchungen über die Periodicität vulcanischer Ausbrüche, für ungemein wahrscheinlich, dass die Eruptionen das directe Ergebniss der Jahreszeiten, des Einflusses der Wärme auf thauende Schnee- und Eismassen oder des Falles atmosphärischer Niederschläge sind; dass der Herd der vulcanischen Thätigkeit in weit geringerer Tiefe als man gewöhnlich annimmt (bei den meisten Vulcanen nicht viel tiefer als 30,000 bis 40,000 Fuss unter dem Meeresniveau) zu suchen sei; endlich, dass die meisten Eruptionen nur das Resultat localer chemischer Processe, keineswegs aber Ausflüsse eines feurig-flüssigen Erdinneren seien.

An diesem Orte liegt weder die Nothwendigkeit noch die Absicht vor, die gewonnenen Ergebnisse nach ihrem causalen Princip erklären zu wollen; man sieht aber leicht, dass jeder Erklärungsversuch nöthigenfalls ein feurig-flüssiges Erdinneres umgehen kann.

Wenn man sonach durch eine Reihe von nicht wegzuleugnenden Thatsachen gezwungen wird, anzunehmen, es habe sich unser Erdball ursprünglich in einem feurig-flüssigen Zustande befunden¹⁶⁾, aus dem er, nach und nach erkaltend, in seine heutige Daseinsform überging; so ergiebt sich andererseits das für gewisse Untersuchungen nicht minder wichtige Resultat, dass Nichts dazu zwingt, anzunehmen, es sei das Innere unseres Planeten gegenwärtig noch feurig-flüssig und bloss von einer verhältnissmässig sehr dünnen Kruste umhüllt.

Anmerkungen.

¹⁾ Kosmos, Bd. I, S. 171.

²⁾ Mémoires de l'Académie des Sciences 1666—1669. Tme. II, p. 108.

³⁾ G. Bischof, Die Gestalt der Erde und der Meeresfläche und die Erosion des Meeresbodens. Bonn 1867.

⁴⁾ Bezeichnet r den Erdradius unter der geocentrischen Polhöhe φ , ist ferner b die kleine Axe der Erde, ε die Excentricität der Meridianellipse, so folgt $r = b : \sqrt{1 - \varepsilon^2 \cos^2 \varphi}$. Aus zwei unter verschiedenen geocentrischen Polhöhen φ und φ' bekannten Radien r und r_1 findet man daher leicht ε durch die Gleichung:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{\left(\frac{r}{r_1}\right)^2 - 1}{\left(\frac{r}{r_1} \cos \varphi\right)^2 - \cos^2 \varphi'}}$$

Nach dieser Formel sind die im Texte angegebenen Werthe der Excentricität und Abplattung berechnet worden, wobei indess durchgängig statt der geocentrischen die scheinbare Polhöhe gesetzt, und das Mittel der in No. 2 und 3 gefundenen Tiefen als das unter allen am sicherste Resultat zum Grunde gelegt wurde. Vergl. Klein, Grösse und Gestalt der Erde, Wochenschrift f. Astronomie XXIII, No. 9.

⁵⁾ Siliman Journal N. F. XXVI. 157—177, 386—391.

⁶⁾ Mohr, in den Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande 1865, sowie in der deutschen Vierteljahrsschrift 1866, vergl. auch Mohr, Geschichte der Erde, Bonn 1867.

7) Cotta, Die Geologie der Gegenwart. Leipzig 1866, S. 179.

8) Vergl. J. Tyndall, Die Wärme, betrachtet als eine Art der Bewegung. Dtsch. von Helmholtz u. Wiedemann. 1867.

9) Vergl. L. v. Buch's gesammelte Schriften. Hrsgbn. v. Ewald, Roth und Eck. Bd. I. Berlin 1868.

10) Gaea, Ztschrft f. Naturwissenschaften. 4. Jahrgang. S. 165 u. ff.

11) Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. 37, S. 97.

12) Mohr a. a. O. S. 166.

13) Im Mittel aus der Zusammenstellung der directen Versuche. Vergl. Fortschritte d. Physik. Bd. XIV, S. 353.

14) Vergl. auch Comptes rendus 1861, Tm. 52. p. 146. Ganz neuerdings hat A. Perrey, gestützt auf einige Bemerkungen von Palmieri, Secchi und Guarini bei den Ausbrüchen des Vesuvs in den Jahren 1855 und 1868, einen Beweis für das Vorhandensein einer Ebbe und Fluth im Ausfliessen der Lava zu sehen geglaubt, und sich hierüber in einem Schreiben an Marié Davy des Weiteren verbreitet. Man kann fragen: Weshalb zeigen sich analoge Gezeiten nicht bei dem benachbarten Stromboli gleichzeitig? Dazu ist auch die Existenz der nur an einigen Tagen wahrgenommenen Periodicität des Lavaflusses keineswegs über allen Zweifel sicher.

15) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1862. Heft 5.

16) In einer am 31. Mai 1867 in der Royal Institution of Great Britain gelesenen Abhandlung hat Sterrey Hunt eine Zusammenstellung derjenigen Erscheinungen geliefert, welche ihm zufolge bei der Bildung der Erde auftreten mussten und wovon Folgendes das Wichtigste:

»Wie man sich auch die Entstehung der Planeten vorstellen mag, so muss man nach dem gegenwärtigen Zustande des Wissens immer annehmen, dass sich einst die Erde, wie gegenwärtig noch der Sonnenball, in einem gasförmigen Zustande von ungemein hoher Temperatur befand, und dass er einer allmäligen Verdichtung unterlag bis zu dem Augenblicke, wo in Folge der fortschreitenden Abkühlung die gasförmige Masse sich im Centrum in zusammengesetzten, flüssigen Stoff umwandelte. Gewiss war die Erde gleichförmig, so lange sie in gasförmigem Zustande sich befand, aber mit sinkender Temperatur mussten die feuerbeständigsten chemischen Verbindungen, Kieselsäure, Thonerde, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, sich bilden und im Mittelpunkte der Kugel verflüssigen. Dagegen konnten Verbindungen von Sauerstoff und Quecksilber, oder von Sauerstoff und Wasserstoff

noch nicht existiren. Bei stets fortschreitender Abkühlung trennten sich immer mehr Elemente aus der gasförmigen Masse ab, welche jetzt bereits eine Atmosphäre und den flüssigen Kern darstellte.

Die verdichteten Stoffe lagerten sich nothwendigerweise nach ihrem specifischen Gewichte, die schwereren tiefer als die leichteren, und hieraus erklärt sich die Thatsache, dass die mittlere Dichtigkeit des ganzen Erdballes jene der oberen Schichten um das Doppelte übertrifft. Es können um den Erdmittelpunkt herum Verbindungen existiren, deren chemische Elemente weit schwerer und durchaus anders gruppirt sind, als diejenigen, welche wir kennen.

Die weitere Abkühlung führte nach und nach das Flüssigwerden derjenigen Elemente herbei, welche bei unserer gewöhnlichen Ofenhitze nicht flüchtig sind, hierauf ein theilweises Festwerden, das zuerst im Erdmittelpunkte beginnen musste. Letzteres deshalb, weil der überwiegend grösste Theil der Mineralstoffe im festen Zustande dichter als im flüssigen ist und daher erhärtet niedersinken musste.

Es ist aber kein Grund zu der Annahme vorhanden, dass die inneren Theile der Erdkugel direct an der Felsbildung der oberflächlichen Kruste Theil genommen. Die Erdrinde bildete vielmehr um den festen Kern eine wenig tiefe, flüssige Schicht, welche alle Elemente enthielt, welche die jetzigen Felsen bilden sollten, mit Ausnahme der noch gasartigen Bestandtheile. Heute ist diese Erdkruste unter ihren eigenen Trümmern begraben; aber wir können durch folgende chemische Betrachtungen den Versuch machen, sie uns vorzustellen.

Die Einfüsse, welchen die Bildung der Erdrinde ausgesetzt war, sind die nämlichen, welche stattfinden würden, wenn gegenwärtig Land, Meer und Luft bei einer sehr hohen Temperatur aufeinander wirken würden. Offenbar würde unter solchen Umständen eine Umwandlung der kohlen-sauren, salzsauren und schwefelsauren Salze in kieselsaure erfolgen, während Kohle, Chlor und Schwefel als saure Gase frei würden und mit dem Stickstoff, dem Wasserdampfe und dem überschüssigen Sauerstoffe zu einer Atmosphäre zusammentreten würden, welche jener der Urzeit ähnlich wäre. Die entstehende geschmolzene Masse enthielte in Gestalt von Silicatverbindungen alle Basen und würde hinsichtlich ihrer Zusammensetzung den Ofenschlacken und vulcanischen Glasmassen sehr ähnlich sein.

Wir sehen also, dass die Uratmosphäre bei sehr grosser Dichtigkeit mit sauren Gasen beladen war. Unter diesem höheren Drucke

erfolgte die Condensation bei einer höheren Temperatur als dem heutigen Siedepunkt des Wassers (100° C.) und die Vertiefungen der halb abgekühlten Erdrinde mussten sich mit überhitzten Lösungen von Salzsäure füllen, die auf die Silicate zersetzend einwirkte. Es entstanden so Chlorverbindungen der verschiedenen Metalle, während der Kiesel als Quarz sich abschied bis die Säure gesättigt war. So bildete sich das Meerwasser, welches die Chlorverbindungen von Calcium und Magnesium, Aluminiumsalze und andere metallische Basen in Lösung hielt.

Die Zusammensetzung der Atmosphäre, die nun von ihrem Chlor und den Schwefelverbindungen gereinigt war, näherte sich der unserer jetzigen Erdhülle. Nur der ungleich grössere Gehalt an Kohlensäure unterschied sie noch.

Es beginnt jetzt die zweite Phase der atmosphärischen Einwirkung auf die Erde, welche durch die Zersetzung der ursprünglichen Erdrinde unter dem Einflusse der Kohlensäure und der Luftfeuchtigkeit charakterisirt ist. Die zusammengesetzten Silicate verwandeln sich in kieselsaure Thonerde, während die freigewordenen Basen, Kalk, Magnesia und Alkalien sich mit der Kohlensäure verbinden, und aufgelöst ins Meer gespült werden. Diese kohlensauren Salze fällen die Thonerde und die Oxyde der schweren Metalle und zerlegen das Chlorcalcium, indem sich kohlensaurer Kalk und Chloratrium (Koch- oder Seesalz) bildet. Die härtesten Felsen verwandelten sich in der an Kohlensäure so reichen Atmosphäre und bei der damaligen ungemein hohen Temperatur in Thon, während eine entsprechende Menge Kohlensäure aus der Luft verschwindet und bestimmte Mengen kohlensauren Kalks, Kochsalz und Chlorcalcium sich bilden. Es ist interessant, in dieser Beziehung die Wassermassen der heutigen Oceane mit denjenigen des Urmeeres zu vergleichen, dessen Zusammensetzung wir aus den fossilen Meerwassern kennen, die in den ältesten geschichteten Felsen eingeschlossen sind. Diese sind reicher an Kalk und Magnesiumsalzen als das jetzige Meerwasser, das seinen kohlensauren Kalk zur Bildung der Kalkfelsen abgegeben hat.

Die Kohlensäuremenge war so bedeutend, dass die gegenwärtigen Reptilien in der damaligen Luft nicht hätten leben können, und dass die Luft athmenden Thiere ganz besonders organisirt sein mussten. Brogniart hat gezeigt, wie die Pflanzen die Uratmosphäre gereinigt haben, und die grossen Lager fossiler Brennstoffe

beweisen die Zerlegung der Kohlensäure durch die alte Vegetation, welche gleichzeitig den Sauerstoff freimachte.

Indem die Atmosphäre die Erdoberfläche zerlegte und zerbröckelte, bedeckte sie dieselbe allenthalben mit geschichteten Lagern, theils mechanischen, theils chemischen Ursprunges. Diese Felsmassen besitzen gegenwärtig eine solche Dicke, dass die aus dem Innern strahlende Wärme ganz unmerklich ist. Sie war aber ehemals bedeutend, und die Wärme nahm von der Oberfläche gegen den Mittelpunkt rascher zu als gegenwärtig.

Diese Wärme des Erdinnern musste die tiefen Schichten erweichen und neue chemische Wirkungen zwischen ihren Elementen erzeugen. So entstanden die krystallinischen Felsen, Gneis, Granit und andere. Der Granit ist nicht, wie man gewöhnlich annimmt, der Ur-felsen, die Unterlage der Erde, diese ist gegenwärtig unsichtbar.

Das Erweichen und Schmelzen der tiefen Schichten ist von einer Gasentwicklung begleitet, welche durch die Einwirkung der erhitzten Felsmassen auf Wasser, das in ihren Poren enthalten ist, entsteht. So erklären sich die chemischen Vorgänge der Vulcane, welche nur die Oeffnungen sind, aus denen jene geschmolzenen Felsen und ihre Gase entweichen.

Erfolgt bei diesem Schmelzen keine Gasentwicklung, so werden die mehr oder weniger erweichten Felsen wieder fest, und zwar entweder an ihrem ursprünglichen Orte oder in den Spalten der sie bedeckenden Schichten, und bilden dann die eruptiven oder plutonischen Felsen, wie den Granit und Basalt.

Diese Theorie ist bereits vor nun 30 Jahren von Sir John Herschel geahnt worden, und eine ganze Reihe von Thatsachen, welche die verschiedensten Forscher ermittelt, führt gleichfalls zu dem Schlusse, dass die vulcanischen und plutonischen Erscheinungen ihren Sitz in der tiefen erweichten Schicht der sedimentären Ablagerungen und nicht in dem centralen Kerne haben. Denn wäre die Erde im Innern nicht fest, so müsste sie, nach der astronomischen Rechnung von Hopkins, eine Rinde von mehreren hundert Meilen Dicke besitzen, die das Centrum sicherlich von jeder Theilnahme an den vulcanischen Erscheinungen der Oberfläche ausschliessen würde.

Der so lange geführte Streit zwischen Neptunisten und Vulcanisten scheint nun gelöst. Die Plutonisten behaupteten den feurigen Ursprung der krystallinischen Massengesteine und schrieben dem Feuer die Bildung der Metalladern zu. Die Neptunisten hingegen

liessen alles aus einer wässerigen Lösung entstehen. Durch die von der Wissenschaft der Neuzeit entdeckten Thatsachen belehrt, lassen wir beiden Parteien Gerechtigkeit widerfahren. Wir erkennen die Wirkung des Wassers und die der sauren Lösungen auf die primitiven plutonischen Massen und wissen, dass die so entstehenden Ablagerungen aus dem Wasser durch Feuersgewalt wieder in krystallinische, plutonische und vulcanische Felsen umgewandelt werden, wenn sie sich tief in das Innere des Erdkörpers einsenken. c Vergl. Archiv des sciences physiques 1867. 1.

Unlängst hat Murray (in einer am 17. Juni 1868 in der geologischen Gesellschaft zu London verlesenen Abhandlung) darauf aufmerksam gemacht, dass in früheren geologischen Perioden die Masse des Wassers eine weit bedeutendere als gegenwärtig gewesen sein müsse. Einen Beweis für diese Annahme findet er in der fast allenthalben gleichen Höhe der Koralleninseln über dem Seespiegel. Eine solche ist im höchsten Grade unwahrscheinlich, wenn Hebungen die Felsen über den Seespiegel bringen, aber erklärlich unter Annahme einer Volumverminderung des Meeres. Die Ursache hiervon sucht Murray in der chemischen Verwandtschaft des Wassers zu den Mineralien und schliesst auf ein dereinstiges gänzlich Gebundenwerden der das Wasser bildenden Elemente an die festen Massen. Beim Monde soll dies nach Murray bereits eingetreten sein.

Entstehung des Sonnensystems und der Erde.

Wir haben den Zustand unseres Erdkörpers in einer ungewein entlegenen Epoche erkannt; aber die Betrachtungen und Untersuchungen, welche in jene, das Gemüth bedrängende Vergangenheit leiteten, geben keinerlei Aufschluss über das ursächliche Moment, welches jenen Zustand bedingte und einleitete, noch über die zeitliche Dauer, die er in Anspruch nahm.

War der Erdkörper seit Anbeginn eine feurig-flüssige Masse, oder geht diesem noch ein früherer Zustand voraus? Das ist die wichtige Frage, mit der wir uns jetzt zu beschäftigen haben.

Es kann nicht Absicht sein, hier eine historische Aufzählung der Theorien zu geben, welche in der neueren Wissenschaft über den Urzustand der Erde aufgestellt worden sind; es genügt zu bemerken, dass sie zuletzt alle nach einer Richtung hin zusammenlaufen und den ehemaligen feurig-flüssigen Zustand unseres Planeten nur als einen secundären betrachten. Nicht Gründe empirischer Wahrnehmungen, nicht directe Beobachtungen, sondern philosophische Schlüsse, begründet auf Analogie und Induction, haben zu diesem mehr als wahrscheinlichen Ergebnisse geleitet.

Wenn es unbestreitbar bleibt, dass wir uns in unserer Vorstellung niemals bis zu einem Begreifen des Anfangs der Dinge, der Entwicklung eines ersten Seins aus dem Nichtsein zu erheben vermögen; so liegt es doch in der Natur des menschlichen

Geistes, rastlos bis zu einem Punkte vordringen zu wollen, von wo aus das Gewordene nicht als ein Bruchstück, sondern als ein harmonisch Entwickeltes sich darstellt. Abgesehen von der Möglichkeit einer Realisirung dieses echt menschlichen Strebens im Allgemeinen, darf man gestehen, dass es im vorliegenden Falle zu glücklichen Resultaten geführt hat.

Der neueren Wissenschaft war es vorbehalten, bedingungsweise zu zeigen, wie der ganze Kosmos in einem ununterbrochenen Kreislaufe seiner Entwicklung begriffen ist; die Wissenschaft der Zukunft, darf man hoffen, wird die Schwierigkeiten des Problems, die gegenwärtig zum Theil nur mittelst einiger kühnen, aber keineswegs einer inneren wissenschaftlichen Wahrscheinlichkeit entbehrenden Hypothesen zu überwinden sind, immer mehr wegräumen. Es ziemt der wahren wissenschaftlichen Forschung, das sicher Erkannte immer streng von dem zu scheiden, was zwar einer mehr oder minder hohen Wahrscheinlichkeit nicht entbehrt, ohne jedoch zur Zeit strenge Begründung gefunden zu haben.

Die wissenschaftliche Formulirung der heute angenommenen Hypothese über die Entwicklung der Erde, soweit diese vor den heiss-flüssigen Zustand fällt, verdankt man dem grossen Geometer Laplace, dem Verfasser der „*Mécanique céleste*“. Es ist das einzige Mal gewesen, dass dieser berühmte Mathematiker das Feld der analytischen Forschung verliess und auf ein Gebiet überging, das vordem so vielfach der Tummelplatz phantastischer Gebilde war.

In seiner „Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels“ hat der grosse deutsche Philosoph Kant schon lange vor Laplace eine Kosmogonie aufgestellt, von welcher die des Letzteren streng genommen nur eine Berichtigung und Weiterentwicklung ist ¹⁾.

Der Nerv der Laplace'schen Darstellung ist das Princip der Einheit des ganzen Sonnensystems. Noch ehe die Spectralanalyse den Beweis antreten konnte, dass dieselben Stoffe, welche unseren alten Erdball bilden, auch in der Sonne enthalten sind; noch ehe die Analyse des Chemikers in dem donnernd herab-

28 Entstehung des Sonnensystems und der Erde.

stürzenden Meteoriten neben vielen anderen Elementen auch Wasserstoff und Kohlenstoff entdeckt hatte: sprach es der französische Geometer aus, dass das ganze Planetensystem einer einheitlichen Entstehung sein Dasein verdanke.

Laplace wurde auf diese Vorstellung geführt, als er die 43 damals bekannten Bewegungen im Sonnensysteme betrachtete und eine Wahrscheinlichkeit von 4,000,000,000 gegen Eins fand, dass die Uebereinstimmung in der Richtung derselben keine Wirkung des Zufalls sein könne²⁾. Es muss jedoch hervorgehoben werden, dass hierdurch allein, wie man allgemein anzunehmen pflegt, die Laplace'sche Theorie keineswegs gesichert erscheinen kann. Lagrange, Laplace und Poisson haben gezeigt, dass die Stabilität des Planetensystems, d. h. also seine dauernde Existenz unter anderem auch davon abhängt, dass die Bewegungen der Planeten in ihren Bahnen alle nach derselben Richtung hin vor sich gehen. Es wäre daher möglich, dass allerdings sämtliche Planeten sich in der nämlichen Richtung um die Sonne bewegten, ohne deshalb einen gemeinsamen Ursprung zu besitzen, indem nur dann, nicht aber in dem anderen Falle (bei retrograden Bewegungen) die Existenz des Systems überhaupt möglich war.

Die wichtigsten und entscheidendsten Beweise für die Richtigkeit der Laplace'schen Theorie hat erst die neueste Zeit geliefert. Hierhin gehören: Das Erkennen des Sonnenballs als einer noch gegenwärtig feurig-flüssigen Masse; die Uebereinstimmung der auf spectral-analytischem Wege gefundenen stofflichen Zusammensetzung der Sonne aus Elementen, die nicht der Erde fremd sind; die Gleichartigkeit der Grundstoffe in den niederfallenden Meteoriten mit denjenigen unseres Planeten; die Nichtconsistenz der Saturnringe und der höchst wahrscheinlich dunst- oder wolkenartige Zustand der Oberflächen der äusseren Planeten überhaupt³⁾.

Die retrograde Bewegung vieler Kometen und die grossen Bahnneigungen dieser Gestirne gegen die Ebene des Sonnenäquators haben lange und begründete Bedenken gegen die Richtigkeit seines Systems bei dem Verfasser der „Mechanik des

Himmels“ hervorgerufen. Schliesslich blieb er bei der Consequenz stehen, die Kometen als ursprünglich unserem Sonnensystem fremd, als kleine, durch den Weltenraum schweifende Massen zu betrachten, die nur durch zufällige, von ihrem jeweiligen Standorte abhängige Anziehung benachbarter Weltkörper in die Bahnen geworfen wurden, welche wir bei ihnen finden.

Diese zwingenden Folgerungen aus dem Laplace'schen Systeme haben sich in den Forschungen der allerneuesten Zeit auf merkwürdige Weise bestätigt. Schiaparelli⁴⁾ und kurz nach ihm Leverrier haben gezeigt, dass die Sternschnuppen des August- und Novemberschwarms in Bahnen einhergehen, die mit denjenigen zweier Kometen identisch sind. Dazu hat Weiss⁵⁾ noch darauf aufmerksam gemacht, dass manche der periodischen Sternschnuppenfälle mit der gleichzeitigen Annäherung der Erde an die Bahnen mehrerer Kometen zusammentreffen. Dies findet auch beim Laurentiusstrome (August 10—13) statt, indem im 317. Grade heliocentrischer Länge ausser dem Kometen III 1862, noch der zweite von 1852 die Erdbahn durchkreuzt. Derselbe Astronom hat ebenfalls bezüglich einzelner reichen, aber isolirten Sternschnuppenfälle Data gesammelt, die deren Zusammenhang mit gewissen die Erdbahn durchschneidenden Kometen erkennen lassen.

Aus der Gesammtheit der hierhin gehörenden Untersuchungen ergibt sich, dass Kometen und Sternschnuppen einer und derselben Natur, dass die Haarsterne Ansammlungen von Feuerkugeln und Meteoriten sind. Schon frühere Untersuchungen (über den berühmten Lexell'schen Kometen) und besonders neuerdings Leverrier's Rechnungen haben aber das weitere Resultat ergeben, dass die Bahnen der Kometen bisweilen bloss vorübergehende sind, dass diese Gestirne aus den Tiefen des Weltraumes, dem mächtigen Zuge der Sonne und der grösseren Planeten folgend, zu uns herabsteigen in Bewegungslinien, die nicht ihre ursprünglichen waren. In dem bekannten Briefe Leverrier's an Sir John Herschel⁶⁾ hat der Errechner des Neptun nachgewiesen, dass der Schwarm der Novembermeteore

verhältnissmässig sehr neuen Datums ist. Die Geschichte gedenkt dieser Sternschnuppen seit dem Jahre 902 unserer Zeitrechnung; Leverrier's Rechnungen haben ergeben; dass 776 Jahre früher (zur Zeit, als der erste Stoss der asiatischen Horden, sich durch ihre westlichen Nachbarn fortpflanzend, auf den Koloss des Römerreichs traf) der Schwarm der Novembermeteore dem Planeten Uranus so nahe trat, dass dessen Anziehung ihn in diejenige Bahn warf, welche er in der That heute beschreibt.

Hält man zu diesen Ergebnissen die Theilung des Biela'schen Kometen und sein neuerliches, gänzliches Verschwinden, ferner das von einigen Seiten behauptete fortwährende Abnehmen des Encke'schen und Faye'schen Kometen, sowie den Umstand, dass diese und andere Haarsterne von kurzer Umlaufzeit von den früheren Kometenjägern Messier und Méchain niemals sind gesehen worden; so folgt aus der Gesammtheit aller angeführten Thatsachen mit zwingender Nothwendigkeit der Schluss, dass die Kometen keineswegs dauernde, sondern mehr vorübergehende und zufällige Bestandtheile unseres Sonnensystems sind, die in einer Kosmogonie durchaus nicht mit den Planeten ohne Weiteres zusammengestellt werden dürfen?).

So sind denn gegenwärtig die letzten Einwürfe gefallen, die man dem Laplace'schen Systeme von der Entstehung des Sonnensystems und der Erde machen konnte, und dieses besitzt nunmehr eine nahe an Gewissheit grenzende Wahrscheinlichkeit.

Der Laplace'schen Theorie gemäss bildete die Sonne ursprünglich den centralen Kern eines beträchtlich über die Bahn des heutigen äussersten Planeten ausgedehnten Nebelflecks, der eine ungemein hohe Temperatur besass und einer Umdrehungsbewegung von West nach Ost unterworfen war. Durch Ausstrahlung in den kalten Weltraum erfolgte allmälige Zusammenziehung und damit, nach bekannten Gesetzen der Mechanik, Beschleunigung der Rotation. Sobald aber letztere eine bestimmte Grenze überschritt, musste, wie die analytische Mechanik nachweist und Plateau's sinnreiches Experiment bestätigt hat, die Bildung von Ringen eintreten. Die Unwahrscheinlichkeit

einer genau regelmässigen Zusammensetzung und Erkaltung giebt die Nothwendigkeit des endlichen Zerreisens dieser äquatorealen Ringe, wodurch, in Folge des noch statthabenden liquiden Zustandes, das Ballen von einzelnen Kugeln mit Rotation von West nach Ost eintrat. Aus diesen Embryonalzuständen der Planeten entwickelten sich in Wiederholung des soeben geschilderten Vorganges, unter den geeigneten Umständen, die Trabanten und die Saturnsringe, letztere heute noch ein Hinweis auf unvollendete Zustände.

Durch die so jetzt skizzirte Theorie werden allerdings glücklich die in übereinstimmender Richtung erfolgenden Revolutions- und Rotationsbewegungen der Planeten, die geringen Neigungen und Excentricitäten ihrer Bahnen, sowie die Existenz der Saturnsringe erklärt; aber Laplace hat es unbestimmt gelassen, wodurch der grosse, von West nach Ost rotirende Nebelfleck, dessen centraler Kern die Sonne bildete und dessen Temperatur eine so ungemein hohe war, in diesen Zustand gelangte. Solches hat neuerdings unter Anderen F a y e nachzuholen versucht⁹⁾, indem er von dem heute in der Wissenschaft geläufigen Princip der Umsetzung der Kraft ausging. Hiernach vereinigte sich die im Weltraume zerstreute Materie zu einem Centrum, wobei die Bewegung derselben, in Wärme umgesetzt, eine so ungeheure Temperatur erzeugte, dass das Ganze sich in einen nebeligen Zustand verflüchtete, in welchem vollständige Dissociation der Atome eintrat¹⁰⁾. In diesem Stadium konnte keine bedeutende Licht- und Wärmeentwicklung stattfinden; es correspondirt in solcher Hinsicht mit demjenigen, welches uns die schönen und umfassenden spectral-analytischen Arbeiten von Huggins¹⁰⁾ und Secchi¹¹⁾ bei verschiedenen Nebelflecken am Fixsternhimmel kennen gelehrt haben.

In Folge der stetigen Abkühlung durch Ausstrahlung ging im Laufe ungezählter Jahrmyriaden der ursprüngliche Zustand vollständig in denjenigen einer gasförmigen Vereinigung über, welche die Elemente nicht mehr im Zustande der Dissociation enthält. Das ist nach Faye's Ansicht noch der gegenwärtige Zustand der Sonne. In diesem Stadium fand wahrscheinlich

auch die Abtrennung der Ringe und die Bildung der Planeten statt. Professor Redtenbacher hat es versucht¹³⁾, aus dem Princip der Umsetzung der lebendigen Kraft die anfänglichen Erwärmungszustände der Weltkörper herzuleiten. Er giebt zuletzt folgende Werthe: für die Sonne 178,075,200 Grade, für die Erde 55,200, für Jupiter 1,656,000 Grade. Diesen speciellen Zahlenwerthen muss man billig misstrauen, aber die ungemein hohe Anfangstemperatur ist darum nicht weniger sicher.

Die verhältnissmässig kleinen Massen der heutigen Wandelsterne verloren ihre Wärme sehr viel schneller, als der ungeheure Sonnenball, indem die Abkühlungsfläche (die im Verhältnisse des Quadrats des Halbmessers steht, während der Inhalt wie der Kubus des Radius wächst) bei kleinen Kugeln relativ bedeutender als bei grösseren ist.

Aber auch die Sonne selbst verliert noch ununterbrochen an Wärme. Aus den Bestimmungen von Pouillet¹³⁾ und Herschel¹⁴⁾ folgt, dass die zenithale Sonne in jeder Minute eine Wärmemenge auf die Erde sendet, welche hinreicht, eine Eisschicht von 0,00728 Zoll Dicke zu schmelzen. Berücksichtigt man die Absorption in der Atmosphäre, so vermag die jährlich den Erdball treffende Sonnenwärme eine Eisschicht zu schmelzen, welche unsere ganze Erdoberfläche 100 Fuss hoch bedeckt¹⁵⁾. Der Durchschnitt der Erdoberfläche mit einer Kugel, deren Radius dem mittleren Erdbahnhalmmesser gleichkommt, beträgt $\frac{1}{2}, 300,000,000$ der letzteren; sonach ist die wahre jährliche Wärmestrahlung der Sonne eine solche, welche der Verbrennungswärme einer Kohlschicht gleichkommt, die 17 Meilen dick die ganze Sonnenoberfläche bedeckt. Das entspricht einer soliden Kugel von Kohle, deren Durchmesser 7700 Meilen beträgt und die demnach dem Planeten Uranus an Grösse gleich ist.

Haben wir so einen raschen Blick geworfen auf die unfassbar grossen Wärme- und Kraftmengen, welche die Sonne Jahr für Jahr aussendet, so haben wir damit gleichzeitig erkannt, dass es nicht die Verbrennung organischer Körper sein kann, welche jene ungeheure Gluth unterhält. Denn wenn der Sonnenball selbst aus reiner Kohle bestände, so würde er in weniger als

sechzehn Jahrtausenden aufgezehrt sein. Nur derselbe Process kann es sein, der heute die Sonnenwärme unterhält, welcher einst in der grauen Vorzeit die belebende Wärme aus dem Schlummer rief, in welchem sie träge gefesselt lag. Heute gehen auf der Sonne noch immer die nämlichen Vorgänge von statten, die voreinst in dem glühenden Gasballe auftraten, aus welchem sich die ganze planetarische Welt entwickelt hat. Helmholtz hat gezeigt, dass, wenn die Sonne sich von ihrer gegenwärtigen Dichte bis zu derjenigen der Erde (also auf das Vierfache ihrer heutigen mittleren Dichte) zusammenzieht, die hierdurch entwickelte Wärme genügt, um die Ausstrahlung für 17,000,000 Jahre zu decken¹⁶⁾. Dass aber eine stetige Zusammenziehung der Sonne stattfindet, widerstreitet keineswegs den Ergebnissen der heute so überaus verfeinerten astronomischen Messungen. Denn die Abnahme des scheinbaren Durchmessers würde unter der oben gemachten Annahme erst in den nächsten 24,000 Jahren bis zu einer Bogensecunde anwachsen, d. h. einen Werth erreichen, bis auf welchen heute noch der Durchmesser zweifelhaft ist¹⁷⁾.

Indem wir zu dem Schlusse gelangen, dass durch allmälige Zusammenziehung des Sonnenballes die Ausstrahlung gedeckt wird, sprechen wir gleichzeitig eine temporäre Begrenzung des ganzen Vorganges aus. Einst muss die Zeit kommen, wo die unerschöpflich scheinenden Kraftvorräthe der Sonne erschöpft sein werden; die Sonne muss erlöschen, so will es als nothwendige Consequenz der wissenschaftliche Gedankengang. Was wir als etwas in der dunkelsten Vergangenheit bei den Planeten Eingetretenes vollzogen vor uns sehen: Licht und Wärme beraubte Weltenorganismen, das wird im Laufe zukünftiger Jahrtausende auch für das leuchtende Tagesgestirn eintreten, das nicht mit Unrecht der Bewohner des alten Heliadenreiches von Peru als der Erde Mutter verehrte. Die Sonne wird erlöschen und mit ihr die Sonne des menschlichen Geistes, des organischen Lebens¹⁸⁾.

Die Thatsachen, welche wir oben zum Beweise für die Laplace'sche Theorie angeführt haben, involviren als logische Consequenz die Annahme eines zeitlichen Entstehens des ganzen

34 Entstehung des Sonnensystems und der Erde.

Sonnensystems; das Eine bedingt das Andere. Es ist sogar von verschiedener Seite der Versuch gewagt worden, Zahlenwerthe wenigstens für das chronologische Alter der Erde zu gewinnen. Helmholtz findet, von gewissen Voraussetzungen über die anfängliche Wärme der Nebelmasse ausgehend, 70,000,000 Jahre für die Zeit, seit der sich die Sonne zu verdichten begann, und für das Alter der Erde 68,365,000 Jahre. Einen anderen Weg habe ich eingeschlagen ¹⁹⁾. Es lässt sich nämlich zeigen, dass die Rotation der Erde niemals kürzer als 17 Stunden 6 Minuten sein konnte, und dass gegenwärtig 20 Stunden 36 Minuten als wahrscheinlichster ursprünglicher Werth der Rotation anzunehmen sind; nimmt man hierzu Adams' und Delaunay's Untersuchungen über die Verlangsamung der Erdrotation in den letzten 2000 Jahren ²⁰⁾, so gelangt man zu dem Ergebnisse, dass im Mittel 2000 Millionen Jahre verflossen sind, seit zum ersten Male eine erhärtende Kruste den glühenden Erdball umschloss. Diese beiden Resultate für das Alter der Erde stimmen nicht sonderlich mit einander überein, was nach der Mangelhaftigkeit der numerischen Daten, welche in die Rechnungen eingingen, kaum anders zu erwarten war; aber die Ausgangspunkte beider Untersuchungen sind die gleichen: sie basiren auf einer unbedingt nothwendigen, zeitlichen Entstehung der Erde wie des ganzen Sonnensystems.

Haben wir so gesehen, dass das gegenwärtige Alter unseres Erdballes nur ein zeitlich begrenztes sein kann, so erübrigt es nunmehr, zu zeigen, dass auch die zukünftige Dauer nicht über ein gewisses endliches Maass hinausgehen wird. Die hohe Ausbildung der Astronomie ermöglicht es, Beweisführungen dieser Art fast auf einen ebenso geringen Raum zusammenzudrängen, als die Diagnose einer neuentdeckten Thier- oder Pflanzenart. Die Ewigkeit der gegenwärtigen Einrichtung des Planetensystems wird bedingt durch eine absolute Leere des Weltenraumes; solche findet indess nicht statt, daher müssen sich die einzelnen Wandelsterne — unsere Erde unter ihnen — mit ermattender Tangentialbewegung der Sonne mehr und mehr nähern. Die elliptische Bahnform wird zu einer spiralförmigen und der Planet findet

sein Ende, wo er voreinst seinen Anfang genommen. Die Existenz eines die Himmelsräume erfüllenden Mediums beweist die successive Abnahme der halben grossen Bahnaxe des Encke'schen Kometen²¹⁾ sowohl, als die Extinction des Sternenlichtes bei seiner Fortpflanzung durch den Weltenraum²²⁾. Vielleicht ist der Aether, der Widerstand leistend die planetarischen Bahnen verengt, identisch mit dem Aether des Physikers, durch dessen Vermittelung die wundervollen Erscheinungen chromatischer Polarisation und doppelter Brechung, sowie die Schwingungen der Wärme vor sich gehen. Wenn es aber auch wissenschaftlich unbestreitbar ist, dass der Erdkörper dereinst bei seinem Niederstürzen zur Sonne in Gluth enden wird, wie er glühend begann: so kann doch die gegenwärtige Beobachtung noch Nichts über den Zeitpunkt andeuten, wann dieses Ende der planetarischen Laufbahn unserer Erde eintreten wird. Die Bahnverengung, die Verkürzung der siderischen Revolution unserer Erde sowohl als der übrigen Planeten, hat sich innerhalb der letzten zwei Jahrtausende noch durchaus jeder Beobachtung entzogen. Nur das ist uns zu schliessen verstattet, dass jenes Ereigniss — von Fixsternweite aus als das plötzliche Aufflackern eines bis dahin unveränderlichen Sternes wahrnehmbar²³⁾ — erst nach vielen Millionen Jahren eintreten kann und nachdem bereits die beiden inneren Planeten, Mercur und Venus, das Ende ihres Daseins gefunden haben werden. Die durch Herabsturz der Erde auf die Sonne entstehende Gluth wird indess noch nicht hinreichen, die Ausstrahlung der Sonne, nach ihrer gegenwärtigen Intensität, für 90 Jahre zu decken²⁴⁾.

In dem Umstande, dass die physikalischen Zustände der Sonne, welche wir im Vorhergehenden behandelt haben, abwärts und aufwärts, von der Vergangenheit in die Zukunft, eine continuirliche Folge bilden, die von einem Maximum gegen ein Minimum convergirt, von einem Zustande ungemein hoher Licht- und Wärme-Intensität bis zu dem entgegengesetzten; glauben wir die Andeutung eines Beweises sehen zu dürfen, dass alle Zustände der Weltenbildung, wie wir sie kennen gelernt haben, periodisch durchlaufen werden. Wenn der denkende Mensch niedergeschlagen

36 Entstehung des Sonnensystems und der Erde.

den raschen Flug seines Verstandes hemmt bei dem Gedanken, dass mit zwingender Nothwendigkeit dereinst alle Gebilde der lebendigen Natur und die herrlichsten Blüthen des menschlichen Geistes untergehen müssen in Nacht und Tod: so erhebt ihn fröhlich wieder das Bewusstsein, dass solche Zustände nur periodische sein dürften, wie dem Schläfe der Pflanzenwelt unter dem eisigen Hauche des Winters ein fröhliches Erwachen folgt zu neuem Leben. Freilich, jede solche Weltenära muss bezüglich ihrer Entwicklung ein Ganzes bilden für sich, durch unübersteigliche Klüfte geschieden von dem, was ihr voraufging und was ihr folgt. Wie die Geschlechter der Menschen dahinsterven und die rühmliche Kunde der Völker verhallt, so werden die Zustände verschwinden, die uns als etwas ewig Dauerndes aus der planetarischen Welt entgegenzutreten schienen und es wird keine Erinnerung ihres Seins übrig bleiben. Unbekümmert um solchen Wechsel aber wird der unermessliche Mechanismus der Fixsternwelt seinen Gang vorwärts gehen. Wer wagt es zu sagen, ob auch er, ob der ganze Kosmos, das „Geschaffene“ in seiner Totalität eben solchen Metamorphosen unterliegt? Und wenn dies der Fall ist, wie oftmal der Kosmos schon seinen Kreislauf vollendet hat, wie oft noch er ihn vollbringen wird!

Hier senkt die Wissenschaft die Flügel und schweift nicht hinüber in das Nebelland der Träume.

Anmerkungen.

¹⁾ Immanuel Kant, Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newton'schen Grundsätzen abgehandelt. Königsberg 1755. Die Entwicklungen des grossen Philosophen über die Mechanik der Entstehung des Sonnensystems in diesem Werke sind übrigens zum Theil sehr fehlerhaft und ungerechtfertigt. So z. B. wo es heisst: „Wenn die Masse des Centralkörpers (welcher nämlich durch fortgesetzte Anziehung der Theilchen unter einander entstanden ist) so weit angewachsen ist, dass die Geschwindigkeit, womit er die Theilchen von grossen Entfernungen an sich zieht, durch die schwachen Grade der Zurückstossung, womit selbige einander hindern, seitwärts gebeugt in Seitenbewegungen ausschlägt, die den Centralkörper vermittle der Centerfliehkraft in einem Kreise zu umfassen im Stande sind, so erzeugen sich grosse Wirbel von Theilchen, deren jedes für sich krumme Linien durch die Zusammensetzung der anziehenden und der seitwärts gelenkten Umwendungskraft beschreibt; welche Art von Kreisen alle einander durchschneiden, wozu ihnen ihre grosse Zerstreung in diesem Raume Platz lässt. Indessen sind diese auf mancherlei Art unter einander streitenden Bewegungen natürlicher Weise bestrebt, einander zur Gleichheit zu bringen, das ist in einen Zustand, da eine Bewegung der anderen so wenig als möglich hinderlich ist. Dieses geschieht erstlich, indem die Theilchen eines des anderen Bewegung so lange einschränken, bis sie alle horizontal, d. i. in parallel lau-

fenden Zirkeln um die Sonne als ihren Mittelpunkt bewegt, einander nicht mehr durchkreuzen und durch die Gleichheit der Schwungkraft mit der senkenden sich in freien Zirkelläufen in der Höhe, da sie schweben, immer erhalten; so dass endlich nur diejenigen Theilchen in dem Umfange des Raumes schweben bleiben, die durch ihr Fallen eine Geschwindigkeit und durch die Widerstehung der anderen eine Richtung bekommen haben, dadurch sie eine freie Zirkelbewegung fortsetzen können. In diesem Zustande, da alle Theilchen nach einer Richtung und in parallel laufenden Kreisen, nämlich in freien Zirkelbewegungen durch die erlangten Schwungkräfte um den Centalkörper laufen, ist der Streit und der Zusammenlauf der Elemente gehoben und alles ist in dem Zustande der kleinsten Wechselwirkung.“ Wollte man mit dem Secirmesser der Kritik und allenthalben nach den Gründen fragend, an diese und ähnliche Entwicklungen herantreten, so bliebe nicht viel übrig. Die allgemeine Naturgeschichte des Himmels war Kant's Feld nicht, dessen Name auf einem anderen Gebiete unvergänglich strahlen sollte.

2) Vergl. Arago's sämtliche Werke. Deutsch von Hankel. 3. Bd. Biographie Laplace's.

3) Nach Zöllner's photometrischen Messungen (Photom. Unters. Leipzig 1866) ist die Albedo für den Planeten Uranus am grössten, für den Mond am kleinsten. Nach demselben Physiker beträgt die lichtreflectirende Kraft des frisch gefallenen Schnees 0,783, also nur 0,14 mehr als beim Uranus. Die Dichte der oberen Planeten, vom Jupiter an, ist aber so gering, dass an ihrer Oberfläche kein Wasser sein kann. Dies zusammengehalten mit der bedeutenden Albedo führt zu dem Schlusse, dass die Oberflächen jener Riesenplaneten Dunst- oder Dampfmassen sind, die vielleicht einen kleinen compacten Kern umschliessen. Peirce ist bezüglich des Saturnsringes auf analytischem Wege schon früher zu einem analogen Resultate gekommen. Die spectroscopischen Untersuchungen des Jupiter und Saturn, welche Secchi in den letzten Jahren ausgeführt hat, sprechen ebenfalls zu Gunsten der vorstehend entwickelten Ansicht. Vergl. Heis' Wochenschrift f. Astronomie. N. F. 8. Jahrgang, S. 367, 407, sowie die Einleitung zu meinem Handbuch der allgem. Himmelsbeschreibung. Braunschweig 1869. Die neuesten spectroscopischen Beobachtungen Secchi's über Uranus und Neptun haben die vorstehenden Behauptungen durchaus gerechtfertigt.

4) Cfr. J. V. Schiaparelli: Sur la relation qui existe entre

les comètes et les étoiles filantes in No. 1629 der „Astronomischen Nachrichten“. Es heisst dort unter anderem: »Dans le No. 385 de ce journal M. le Prof. Erman a montré de quelle manière on peut obtenir la connaissance complète de l'orbite décrite par un système d'étoiles filantes, lorsqu'on suppose donnée la position apparente du point de radiation, et la grandeur de la vitesse absolue des météores dans l'espace. Convaincu de la nécessité, que l'orbite de ces astres soit une section conique très allongée, j'ai profité de la méthode de M. Erman pour calculer les éléments paraboliques du courant d'Août; pour cet effet j'ai supposé que la vitesse soit la vitesse parabolique, et j'ai adopté pour le point de divergence les coordonnées suivantes: AR = 44°. Décl. Bor. = 56°, qui résultent des observations faites en 1863 par M. Alexandre Herschel. Enfin j'ai fixé au jour 10,75 d'Août le maximum de l'apparition pour 1866. Voici le résultat, comparé avec les derniers éléments que M. Oppolzer a donné pour la grande comète de 1862 dans le No. 1384 des A. N.

	Etoiles du 10 Août.	Comète III 1862.
Passage au périhélie	Jouillet 23,62	1862 Août 22,9
Long. du périhélie	343° 38'	344° 41'
Noeud ascendant	138 16	137 27
Inclinaison	63 3	66 25
Distance périhélie	0,9643	0,9626
Révolution	105 ans (?)	123,4 ans (?)
Mouvement	rétrograde	rétrograde.

Le temps révolatif des météores d'Août est encore assez douteux, je l'ai déduit des apparitions extraordinaires citées dans les catalogues de M. Ed. Biot et Quételet, qui ont eu lieu dans les années suivantes, 830, 833, 835, 841; 925, 926, 933; 1029; 1243; 1451; 1779, 1784, 1789; et que l'on peut avec certitude rapporter au phénomène d'Août. En entreduisant dans le calcul cette révolution hypothétique de 105 ans, les autres éléments subissent de petits changements, très inférieures à l'incertitude des données sur lesquelles j'ai appuyé leur détermination.

Dans les écrits cités j'ai aussi donné l'orbite des étoiles de Novembre, en partant du point de radiation déterminé en 1833 par les Américains, savoir γ Leonis. Mais les dernières observations faites avec beaucoup de soin en Angleterre ont démontré que cette position du point radiant est fautive de plusieurs degrés; de sorte que l'orbite nommée ne peut être regardée que comme une très grossière approxi-

mation. Voici le calcul plus exact, comparé avec éléments de la comète I 1866 données par M. Oppolzer (A. N. No. 1624): le passage au périhélie est rapporté au temps moyen de Milan:

	Etoiles du 13. Nov. 1866.	Comète I 1866.
Passage au périhélie	Nov. 10,092	Jan. 11,160
Long. du périhélie	56° 25,9'	60° 28,0'
Noeud ascendant	231 28,2	231 26,1
Inclinaison	17 44,5	17 18,1
Distance périhélie	0,9873	0,9765
Excentricité	0,9046	0,9054
Demi-grand axe	10,3400	10,3240
Révolution	33,2500 ans	33,1760 ans
Mouvement	rétrograde.	rétrograde.

Dans ce calcul j'ai supposé: 1° que le maximum de Novembre ait eu lieu le 13. à 13^h 11^m t. m. de Greenwich; 2° que la position du point de radiation soit 143° 12' de longitude par 10° 16' de latitude Nord; 3° que la révolution périodique soit 33 $\frac{1}{4}$ ans d'après M. Newton. La position du point de radiation est la moyenne de 15 déterminations recueillies par M. Alex. Herschel et citées dans les Monthly Notices Vol. XXVII, p. 19. En avançant ce point de deux degrés en longitude on peut faire disparaître la différence de quatre degrés qu'on observe dans la longitude du périhélie.

Ces rapprochements n'ont pas besoin de commentaires. Faut-il regarder les étoiles filantes comme des essaims de petits comètes, ou bien comme le produit de la dissolution d'autant de grandes comètes? Je n'ose pas répondre à une pareille question.“ Vergl. auch Comptes rendus 1867, No. 3, wo Leverrier's Rechnungen.

5) Astronomische Nachrichten No. 1632.

6) Siehe die Uebersetzung desselben in Heis' Wochenschrift f. Astronomie 1867, S. 93 u. ff., 118 u. ff.

7) Ueber den Biela'schen Kometen bemerkt d'Arrest: „Nach dem Biela'schen Kometen habe ich seit August v. J. (1865) mit Aufopferung von mehr als 20 Nächten anhaltend und ernstlich gesucht. Es ist alle Mühe vergeblich gewesen, obgleich der Komet. den früheren Erfahrungen gemäss, schon seit einiger Zeit gut im Kometensucher sichtbar sein musste. Meine Nachforschungen waren so eingerichtet, dass es kaum denkbar ist, der Biela'sche Komet passire diesmal seine Sonnennähe innerhalb des Zeitraums \pm 8 Tage von der berechneten Perihelpassage. Anscheinend führen uns ver-

schiedene Thatsachen mehr und mehr zu der Annahme, dass die Kometen von kurzer Umlaufszeit nicht lange Zeit unserem Systeme angehört haben, und dass die Materie derselben sich ziemlich hurtig zerstreue.« Astron. Nachrichten No. 1567.

»Nach den Untersuchungen, die ich angestellt habe, lässt sich gegenwärtig darthun, dass sowohl der Encke'sche als auch der Faye'sche Komet an absoluter Lichtstärke von einer Erscheinung zur anderen abnehmen, und der gänzlichen Auflösung also wohl gleichfalls entgegengehen.« d'Arrest in No. 1571 der Astronom. Nachrichten. In derselben No. berichtet P. Secchi: »L'espérance de retrouver la comète de Biela s'est evanue! Nous l'avons cherchée le P. Ferrari et moi pendant toutes les belles soirées sans lune dans les deux dernières lunaisons. Mais inutilement.« In No. 1624 der Astron. Nachrichten bemerkt Director d'Arrest weiter: »Der Art zufolge, wie hier gesucht worden ist, hätte der Komet uns nicht entgehen können, selbst wenn alle Störungen seit 1852 verkehrt angebracht worden wären. Ja der Komet, wäre er in gewohnter Weise erschienen, hätte uns nicht entgehen können im November und December 1865, selbst wenn er an der entgegengesetzten Seite des Himmels erschienen wäre.«

6) Comptes rendus 1865, No. 3 und 4.

9) Man sehe hierüber die schönen Arbeiten von Sainte Claire Deville in den letzten Jahrgängen der Comptes rendus.

10) Ergebnisse der Spectralanalyse in Anwendung auf die Himmelskörper von William Huggins. Deutsch mit Anmerkungen von W. Klinkerfues. Leipzig 1868. Vergl. auch Philos. Mag. April 1866. Vergl. ferner Schellen's Spectralanalyse. Brnschw. 1870.

11) Comptes rendus 1865, T. 60, p. 543.

12) Redtenbacher, Die anfänglichen und gegenwärtigen Erwärmungszustände der Körper des Sonnensystems. Carlsruhe 1862. Vergl. auch Redtenbacher, Der Maschinenbau, Bd. II. Mannheim 1863. Der berühmte Verfasser berechnet dort die Wirkungsgrösse, die einem Ballungsacte entspricht, unter der Voraussetzung, dass ursprünglich die Stofftheilchen so weit von einander entfernt waren, dass bei der Berechnung der Stoff als unendlich weit zerstreut angenommen werden kann und dass durch die Ballung ein kugelförmiges Gebilde entstand, in welchem die Masse gleichförmig und continuirlich vertheilt war. Es fand sich dann, dass die Ballungswirkung der fünften Potenz des Radius von dem entstandenen Ball

proportional ist, also bei grossen Bällen ungemein gross wird. Wird ferner angenommen, dass die ganze Wirkung zuletzt, wenn die Ballung geschehen ist, in den Aether, welcher atmosphärenartig die Körperatome umgiebt, übergeht und Schwingungen erzeugt, die der Wärme entsprechen, und dass alle Körperatome mit ihren Aetherhüllen (die Dynamiden) in gleicher Weise erschüttert werden, so dass in allen gleiche Temperaturen eintreten, so ergibt sich, dass die Temperatur der geballten Masse proportional ist den zweiten Potenzen des Radius. Unter der fernerer Annahme, dass die Wärmemenge, welche erforderlich ist um einer Masseneinheit des Balles eine Temperaturerhöhung von einem Grade zu ertheilen, für alle Planeten den gleichen Werth hat, finden sich leicht folgende relative Anfangstemperaturen:

Mercur	0,40
Venus	0,95
Erde	1,00
Mars	0,23
Jupiter	30,00
Saturn	12,00
Uranus	4,00
Sonne	32,26.

Für die Erde findet Redtenbacher nach einer von ihm entwickelten Formel als wahre Initialtemperatur $55,200^{\circ}$ C. und hiermit berechnen sich aus der vorstehenden Tabelle sofort die im Texte angegebenen Zahlen.

¹³⁾ Pouillet, Mémoires sur la chaleur solaire. Paris 1828. Pogendorff's Annalen XLV, 25. 481.

¹⁴⁾ London and Edinb. Phil. Magaz. N. F. CV, p. 207.

¹⁵⁾ Gaea, Zeitschrift f. Naturwissenschaft. 4. Jahrg., S. 164.

¹⁶⁾ Tyndall, Die Wärme, deutsch von Helmholtz und Wiedemann, S. 276.

¹⁷⁾ Die Beobachtungen von Maskelyne auf der Sternwarte Greenwich ergaben für den Sonnenhalbmesser folgende Mittelwerthe:

von 1765 bis 1776 . . .	16' 1,66''
„ 1776 „ 1787 . . .	16' 0,22''
„ 1787 „ 1798 . . .	15' 59,77''

Die einzelnen Bestimmungen können bei der grossen Zahl der Beobachtungen (im Ganzen nicht weniger als 4000) für ganz sicher angenommen werden, und die allmälige Abnahme drückt sich sehr

deutlich aus; indessen hat schon v. Lindenau, als er die obige Berechnung vornahm, die richtige Erklärung darin gefunden, dass das Auge des Astronomen mit dem zunehmenden Alter immer weniger für das Licht empfindlich geworden ist. Neuere Erfahrungen anderer Beobachter stimmen hiermit vollkommen überein. Ich möchte übrigens nicht geradezu behaupten, dass der Sonnendurchmesser sich wirklich stets gleich bleibe, denn leicht könnte es der Fall sein, dass das Lichtgewölk, welches die Sonne umgiebt, bald höher, bald tiefer schwebt, wodurch eine vorübergehende Aenderung der scheinbaren Sonnengrösse entstehen würde. « Lamont, *Astronomie*. Stuttgart. S. 77.

Nach Encke nahm man später den mittleren Sonnenhalbmesser zu $15' 58,42''$ an, doch lehrte die Finsterniss von 1842, dass dieser Werth einer kleinen Vergrößerung bedürfe. Neuere Angaben schwanken zwischen $16' 0,9''$ und $16' 1,8''$. Gewisse Beobachtungen des in allen seinen Arbeiten so vorsichtigen und genauen Spörer in Anklam scheinen darauf hinzudeuten, dass gegenwärtig die leuchtende Begrenzung des Sonnenballes sich bisweilen um viele Meilen hebt und senkt. Vergl. Klein, *Handbuch der Himmelsbeschreibung*. Braunschweig 1869. S. 353.

¹⁶⁾ Seit Senebier und Saussure ist es eine bekannte Thatsache, dass die Möglichkeit des Pflanzenlebens mit durch die Einwirkung des Lichtes auf die chlorophyllhaltigen Zellen bedingt wird. Nur unter dem Einflusse des Tageslichtes findet Aufnahme und Zerlegung von Kohlensäure sowie Abgabe des Sauerstoffs statt, doch haben die Untersuchungen von Boussingault auch ergeben, dass die Fähigkeit der Blätter, Kohlensäure zu zerlegen, auch durch ihren Wassergehalt bedingt wird und mit diesem schwindet. Einmal getrocknete Blätter gewinnen diese Fähigkeit durchaus nicht wieder (*Annales de Chimie et de Physique* 1868, Mars). Derselbe Forscher hat durch eine Reihe feiner Versuche direct nachgewiesen, wie die Existenz einer des Lichtes beraubten Pflanze von dem Gewichte ihres Samenkornes abhängt; sobald der Nahrungsvorrath des Samens erschöpft ist, hört das Wachsthum der Pflanze auf. Blätter, welche im Sonnenlichte reiner Kohlensäure ausgesetzt werden, zerlegen diese entweder gar nicht oder nur ungemein langsam, kräftig hingegen, wenn dieses Gas mit atmosphärischer Luft, Stickstoff oder Wasserstoff vermischt ist. Boussingault findet es nicht unwahrscheinlich, dass die Zerlegung der Kohlensäure durch die Blätter, durch die nämlichen mechanischen Bedingungen beeinflusst wird, wie

die Verbindung eines brennbaren Körpers mit Sauerstoff bei gewöhnlicher Temperatur, z. B. die langsame Verbrennung des Phosphors. Solche mechanische Ursache ist das Hinzutreten indifferenten Gases; sie wirken auf das active Gas wie eine Verminderung des Druckes (Annales de Chimie et de Physique 1868, 2. u. 3. Hft.). Während die Bewegungen des Protoplasmas, welche die Zellbildung bedingen, unabhängig von der Einwirkung des Lichtes vor sich gehen, während bei den Phanerogamen auch im Dunkeln in den Zellen der Laubblätter die Chlorophyllkörner entstehen: hängt dagegen die Bildung des an das stickstoffhaltige Protoplasma der Zelle gebundenen grünen Farbstoffes bei den Mono- und Dikotylen von dem Einflusse des Lichtes (und der Temperatur) ab. Sachs' wichtige, an Phanerogamenblättern bewiesene Entdeckung, dass die Bildung des Amylums in den Chlorophyllkörnern nur unter dem Einflusse des Lichtes vor sich geht, während in der Dunkelheit und besonders mit wachsender Temperatur die Stärke schnell schwindet und schliesslich selbst das Chlorophyll sammt dem farblosen Protoplasma zerstört wird: hat es unbestimmt gelassen, welche Spectralstrahlen bei diesen merkwürdigen Vorgängen die meistbetheiligten sind. Aber Famintzin hat gezeigt, dass aller Vermuthung entgegen die chemischen Strahlen sich fast vollkommen diesen Vorgängen gegenüber indifferent verhalten (Mélanges biologiques, T. V, VI). Auch findet nach Sachs (Botanische Zeitung 1864, No. 47) die Sauerstoffabscheidung in dem der chemischen Strahlen beraubten Lichte fast ebenso energisch statt wie im weissen Tageslichte. Gardner und Guillemain haben den vorwiegenden Einfluss der gelben Strahlen auf das Ergrünen des Chlorophylls bei Mono- und Dikotylen nachgewiesen, während das blaue und violette Licht geringe Wirkung ausübt; dazu hat Cailletet gefunden, dass auch die chemisch wirksamsten Strahlen ohne Wirkung auf die Zerlegung der Kohlensäure sind, sowie dass das grüne Licht sich ebenso verhält, vielleicht sogar selbst Kohlensäure bilden lässt. Neuerdings ist von Prillieux (Compt. rend. LXIX, 204 bis 296, 408 bis 412) nach directen Versuchen behauptet worden, dass das Licht verschieden gefärbter Strahlen auf grüne Pflanzentheile bei gleicher Intensität gleich stark einwirkt und dass die oben angeführten Anomalien nur durch die verschiedene Intensität der einzelnen farbigen Strahlen hervorgerufen wurden. Derselbe Naturforscher hat gezeigt, dass auch elektrisches, Drummond'sches und selbst gewöhnliches Gaslicht, wenn auch mit geringerer Energie, so

doch in der nämlichen Weise wie Sonnenlicht wirken, Kohlensäure zersetzen und Sauerstoff produciren lassen. Dehérain hat den Schlüssen Prillieux's widersprochen und durch genaue Messungen gefunden, dass alle Lichtstrahlen, selbst bei gleicher Intensität, keineswegs in gleicher Weise die Kohlensäurezerlegung begünstigen. Auch sollen diejenigen Strahlen, welche in dieser Beziehung sehr wirksam sind, auch am lebhaftesten die Verdunstung anregen, nämlich das gelbe und rothe Licht.

19) Klein, Wie viele Jahre besteht der Erdball? S. 17 u. ff.

20) Nach den Rechnungen von Adams, die sich auf die Säculargleichung der Mondbewegung stützen und die früheren Angaben von Laplace vollständig beseitigen, beträgt die Retardation der Erdumwälzung in den letzten 2000 Jahren 0,01197 Secunde, würde daher erst in 167,000 Jahren den Werth von 1 Secunde erreichen.

Im Jahre 1867 hat John N. Stockwell in seiner Broschüre »A treatise on the secular equations of the Moon's mean motion« zu zeigen versucht, dass die von Adams und Delaunay gegebene Lösung der in Rede stehenden Aufgabe unrichtig sei, dass hingegen eine correcte Entwicklung der Principien, welche Adams seiner Lösung zu Grunde gelegt hat, zu dem nämlichen Resultate führe, wie die einfachere und scheinbar minder genaue Methode von Laplace. Doch giebt Stockwell keine neue Berechnung des Coefficienten der säcularen Ungleichheit der Mondbewegung, da es wahrscheinlich sei, »dass wenn man den von Adams und Delaunay berechneten Werth dieses Coefficienten corrigire, man der Wahrheit sehr nahe kommen werde.« Man wird daher die weiteren Rechnungen Stockwell's abzuwarten haben, doch ist es immerhin eine nicht sehr günstige Vorbedeutung für den nordamerikanischen Astronomen, dass er eine Berechnung der Veränderungen der Excentricität der Erdbahn für den Zeitraum von einer Million Jahre giebt, während sich Jeder, der mit der Sache vertraut ist, sagen muss, dass zu einer solchen Berechnung, die auf Genauigkeit Anspruch machen will, die nöthigen der Empirie zu entlehnenden Werthe noch keineswegs hinlänglich scharf bekannt sind. Uebrigens ist die Verlangsamung der Erdrotation aus dem Gesetze von der Erhaltung der Kraft hinlänglich bewiesen. Vergl. Vierteljahrsschrift der Astronom. Gesellschaft, III, 4. S. 287 u. ff.

21) Vergl. Encke's Abhandlung in Comptes rendus, 1858. 47. Band.

22) Vergl. Lamont's Astronomie S. 113 und die Einleitung zu W. Struve's Stellarum duplicium et multiplicium mensurae micrometricae, und Struve Études d'astr. stell. pag. 83 u. ff.

23) Das Auflodern neuer Sterne an der nächtlichen Himmelsdecke, ein seltenes Phänomen im Verlaufe der historischen Erinnerung, hat schon früh zu der Anschauung geleitet, dasselbe als wichtige Begebenheit in den Welträumen zu betrachten. Mit Erstaunen erkannte man, dass die lieb gewordenen Ansichten von der uralten, nimmer gestörten Ordnung im Weltenraume der Wahrheit nicht entsprachen; ahnungsvoll schweifte der Blick hinüber und suchte der Verstand grübelnd zu ergründen, welches kosmische Ereigniss der Erde in dem aufglimmenden Lichtpunkte sichtbar werde. Gegenwärtig ist die Spectralanalyse ein Mittel geworden, um exacte Untersuchung an die Stelle der blossen Vermuthung treten lassen zu können, und glücklich hat es sich ereignet, dass im Mai 1866 ein Stern aufloderte und so Gelegenheit bot, die Kraft der neuen Analyse auch nach dieser Richtung aufs neue glänzend zu erproben. Dieser merkwürdige Stern ist keineswegs ein neuer, sondern kommt in der Bonner Durchmusterung des Himmels als 9. bis 10. Grösse vor; sein Ort am Himmel ist nach den Bestimmungen auf der Sternwarte zu Brüssel, für den Anfang des Jahres 1866 in $15^{\circ} 53' 53,68''$ Rectascension und $26^{\circ} 19' 17,6''$ nördl. Declination. In den ersten Tagen als das Gestirn noch ziemlich stark leuchtete, zeigte es sich mit einem schwachen Nebel umgeben; derselbe konnte nicht mehr wahrgenommen werden, als der Stern unter 5,5 Grösse herabsank. Folgende Tafel giebt die Helligkeit des Gestirns zu verschiedenen Zeiten, wie ich dieselbe aus den bekannt gewordenen Schätzungen abgeleitet habe.

Mai 12	Grösse 2,0	Mai 21	Grösse 6,9	Juni 8	Grösse 8,8
„ 13	„ 2,5	„ 22	„ 7,5	„ 10	„ 8,8
„ 14	„ 2,8	„ 24	„ 8,0	„ 11	„ 9,0
„ 15	„ 3,4	„ 25	„ 8,1	„ 12	„ 9,2
„ 16	„ 4,1	„ 28	„ 8,5	„ 13	„ 9,0
„ 17	„ 4,9	„ 30	„ 8,6	„ 20	„ 9,1
„ 18	„ 5,4	Juni 4	„ 8,6	Juli 1	„ 9,5
„ 19	„ 5,7	„ 6	„ 8,8	„ 3	„ 9,5
„ 20	„ 6,1	„ 7	„ 9,0	„ 4	„ 9,5

Man ersieht aus dieser Zusammenstellung, dass die Lichtabnahme anfangs regelmässig und schnell, später, besonders nach dem 4. Juni,

langsamer und unregelmässig stattfand. Nach Schmidt's Bemerkung war der Stern am Abend des 12. Mai sicher schwächer als 5. Grösse; er erhob sich noch in derselben Nacht bis zur 2. Grösse, d. h. nahm im Verlaufe von wenigen Stunden mindestens (nach Steinheil's photometrischen Untersuchungen) um das 160fache an Licht zu. Die spectroscopische Untersuchung ergab, dass das Licht des Sternes von zwei Quellen ausging, deren jede durch ein besonderes Spectrum repräsentirt war. Das eine derselben zeigte typische Aehnlichkeit mit demjenigen unserer Sonne, es bewies das Vorhandensein einer glühenden Lichtquelle, die von minder heissen Dämpfen umhüllt ist. Das zweite Spectrum zeigte die Anwesenheit einer bedeutenden, hochglühenden Gasmasse, die indess nicht wohl identisch mit dem oben angeführten Nebel sein kann. Die Beobachter Huggins und Miller erklären diese ihre Wahrnehmungen dahin, dass sich aus dem Innern jenes Fixsternes plötzlich eine grosse Menge Wasserstoff entwickelt habe, der, in Brand gerathend, die feste Masse zum Glühen erhitzte. Diese Erklärung halte ich indess für entschieden unrichtig. Eine plötzliche Entwicklung von Wasserstoff in so bedeutenden Quantitäten, wie sie hier erforderlich sind, ist an und für sich wenig wahrscheinlich, bei einem von jeher gleich unserer Sonne leuchtenden Fixsterne, der demnach stets eine ungemein hohe Temperatur besass, aber unmöglich. Ich bin mit Robert Mayer der Ansicht, dass das plötzliche Auflodern des Sternes in der Krone durch Herabsturz einer gewaltigen Körpermasse, vielleicht eines Planeten auf jenen Fixstern, hervorgebracht wurde, indem die Körperbewegung in Atombewegung, in Wärme und Licht umgesetzt ward. Diese Theorie allein genügt sämtlichen Wahrnehmungen.

Ich gebe hier ein Verzeichniss sämtlicher bis jetzt beobachteten Erscheinungen neuer Sterne, soweit sich einiges Sichere aus den alten Nachrichten darüber schliessen lässt. Dieses Verzeichniss beruht zum grossen Theile auf den Nachforschungen A. v. Humboldt's.

Zeit des Auf- loderns.	Ort des Sternes.	Bemerkungen.
134 v. Chr.	zwischen β und ρ des Scorpion.	—
123 n. Chr.	zwischen α Hercules und α Ophiuchus.	—
173 „	zwischen α und β des Centauren.	—

Zeit des Auf- loderns.	Ort des Sternes.	Bemerkungen.
386 n. Chr.	zwischen λ und φ des Schützen	Humboldt führt für 369 und 389 noch zwei neue Sterne an. Ich glaube um so mehr, dass sich die Nach- richten hierüber auf den Stern von 386 (dessen die Chinesen gedenken) bezie- hen, als bei dem ersten Stern die Jahreszeit und bei dem zweiten der Ort nahe mit den chinesischen An- gaben stimmt.
393 „	im Schwanze des Skorpion	—
827 „	im Skorpion	Das Jahr ist unsicher. Der Stern war ungemein hell.
1088 „	im Widder	Der neue Stern, welchen Leo- vitius für 945 angiebt, ist zweifelhaft.
1203 „	im Schwanze des Skorpion	—
1230 „	zwischen Ophiuchus und der Schlange	—
1245 „	im Steinbock	Handschriftl. Chronik von Al- bertus Stadensis (Oldenburg). Der Stern war der Venus vergleichbar, aber von ro- ther, dem Mars vergleich- barer Farbe. Er blieb etwa 2 Monate sichtbar. Leo- vitius spricht für 1264 auch von einem neuen Sterne.
1572 „	in der Cassiopea	Tycho's Stern.
1578 „	?	Heller Stern, nach chinesischen Berichten. Ist derselbe viel- leicht identisch mit Tych o's Stern, von dem die Chinesen schweigen?

Zeit des Auf- loderns.	Ort des Sternes.	Bemerkungen.
1584 n. Chr.	bei π im Skorpion	—
1600 „ „	34 Schwan	steht als Stern 6. Grösse noch am Himmel.
1604 „ „	im Ophiuchus	—
1609 „ „	?	Vielleicht mit dem Vorhergehenden identisch.
1670 „ „	im Fuchs	—
1848 „ „	im Schlangenträger . .	von Hind entdeckt.
1860 „ „	im Skorpion	von Auwers entdeckt.
1866 „ „	in der nördl. Krone	—

Merkwürdiger Weise strahlten fast alle neuen Sterne beiderseits in der Nähe der grossen Gabelung der Milchstrasse zwischen den Constellationen des Adlers und des Skorpions auf, also in der Richtung, nach welcher hin sich im Allgemeinen unser Sonnensystem bewegt.

24) Die im Texte ausgesprochene Behauptung scheint auf den ersten Anblick für denjenigen, der sich nicht speciell mit dem Studium der *Mécanique céleste* beschäftigt hat, in directem Widerspruche mit den Behauptungen ausgezeichneter Astronomen zu stehen. Man beruft sich auf die Untersuchungen von Lagrange, Laplace und Poisson, welche die Stabilität des gegenwärtigen Planetensystems, »die Ewigkeit des Bestehens« (Mädler, *Astronomie* 5. Aufl., S. 388), bewiesen hätten. Entwickelt man nämlich die Gleichungen für die säcularen Veränderungen der Bahnelemente der Planeten, wie sie aus den gegenseitig aufeinander ausgeübten Perturbationen resultiren, so findet sich

$$\frac{dn}{dt} = 0 \dots \dots \alpha)$$

wo n die mittlere tägliche Bewegung. Da nun $M = n^2 a^3$, wo M die unserem Sonnensysteme eigenthümliche Constante und a die halbe grosse Axe eines Planeten, so folgt, dass diese letztere keinen säcularen Aenderungen unterworfen sein kann. Allein die obige Gleichung a) gilt nur unter Voraussetzung, dass der Planet in der Richtung seiner Bewegung keinen Widerstand erleidet. Ist dies aber der Fall

und nennt man $f \left(\frac{1}{r} \right)$ die Dichte des hemmenden Mediums in der Distanz r von der Sonne, ist ferner s der Bogen seiner Bahn, welchen der Planet in der Zeit t beschreibt, und nimmt man ferner den

Widerstand dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional an, so erhält man leicht:

$$dn = 3kurf \left(\frac{1}{r} \right) \left(\frac{ds}{dt} \right)^2 \dots \dots \dots \beta)$$

wo k eine Constante. Die weitere Entwicklung dieser Differentialformel führt schliesslich zu dem Ausdrucke:

$$da = - 2k a^2 f \left(\frac{1}{a} \right) d q \dots \dots \dots \gamma)$$

wo q der Winkel des Radiusvectors mit einer festen Anfangslage. Diese Gleichung zeigt die Abnahme der halben grossen Bahnaxe. Laplace und Poisson haben sehr wohl gewusst, dass die obige Gleichung $\alpha)$ nur für einen absolut leeren Weltenraum Gültigkeit besitze und ihre Schlüsse involviren daher diese einschränkende Bedingung. Es verbleibt jetzt, zu zeigen, dass letztere unzulässig ist. Schon Newton war geneigt, die Existenz eines die Himmelsräume erfüllenden Mediums anzunehmen; seine Ansicht gründete sich auf das beobachtete Ausströmen der Schweife von Kometen. Loys de Cheseaux 1743 und Olbers 1826 machten darauf aufmerksam, das Sternenlicht müsse bei seinem Durchgange durch den Weltenraum eine bedeutendere Schwächung als im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung erleiden, indem sonst in dem unendlichen Raume kein Punkt existiren könne, der für unseren Anblick nicht durch eine Sonne eingenommen sei und das Himmelsgewölbe daher sonnenartig leuchtend erscheinen müsse. Wenn man nun auch nicht in aller Strenge an eine unendliche Anzahl von Sternen denken kann, so folgt doch aus der Vergleichung der Anzahl und Helligkeit der Fixsterne, welche dem blossen Auge sichtbar sind, dass deren Licht auf dem Wege zur Erde eine nicht unbeträchtliche Absorption erleidet. Nach Struve's Rechnungen, welche sich auf Helligkeit und Zahl der Sterne zugleich stützen, ergiebt sich, dass das unbewaffnete Auge nur 8 Sternweiten in den Raum einzudringen vermag, während nach Herschel, bei blosser Berücksichtigung der Anzahl der Sterne, dieses Eindringen 12 Sternweiten betragen müsste. Es findet also Absorption statt. Einen weiteren Beweis für das Vorhandensein eines »hemmenden Fluidums« im Weltenraume haben Encke's Untersuchungen der Bewegung des nach ihm benannten Kometen ergeben. Man kann diese Untersuchungen in 3 Perioden zerlegen: 1786 bis 1819, für diese Epochen wurden die Störungen von Encke

wegen der noch ungenau bekannten Elemente des Kometen und der mangelhaften Kenntniss der Planetenmassen noch nicht mit grosser Genauigkeit abgeleitet; 1819 bis 1848, diese Periode ist bezüglich der Störungen so genau untersucht worden, als dies nach dem damaligen Zustande der Wissenschaft möglich war; 1848 bis 1858, wegen überhäufte Arbeiten hat Encke für diesen Zeitraum nur die Störungen durch Jupiter von Periode zu Periode berechnet. Geht man von 1829 Januar 0 als Epoche aus, so ergeben die Beobachtungen die in umstehender Tafel befindlichen Periheldurchgänge, während die Berechnung in der dritten Colonne den Einfluss der planetarischen Störungen auf den Moment des Durchgangs durch den Sonnennähepunkt zeigt.

Jahr.	Periheldurchgang. Anzahl der Tage seit 1829 Januar 0.	Einfluss der planet. Störungen.
1786	— 15674,12	+ 74,23
1795	— 12062,53	+ 47,92
1805	— 8440,47	+ 32,49
1819	— 3625,74	— 0,85
1822	— 2413,03	+ 0,20
1825	— 1201,72	— 0,04
1829	9,76	0,00
1832	1219,99	— 1,09
1835	2429,38	— 2,92
1838	3640,02	— 3,39
1842	4850,01	— 4,38
1845	6065,61	+ 0,34
1848	7270,09	— 5,95
1852	8474,72	— 12,03
1855	9678,05	— 19,17
1858	10883,37	— 24,42

Bringt man den Einfluss der planetarischen Störungen und ihre mehr oder minder genaue Bestimmung in den verschiedenen Perioden in Rechnung, so findet man nach Encke, wenn $\pm r$ die Zahl der Rückkünfte zum Perihel seit der Normalepoche (1829 Januar 0) bezeichnet, die Dauer t jedes Umlaufs des Kometen:

$$t = 1211^d,3259 - 0^d,11176 r = t_{r+1} - t_r$$

Bezeichnen ferner M_r und M^r die mittlere tägliche Bewegung und mittlere Anomalie für die Zeit t_r , so hat man

$$t_r = 1211^d,3818r - 0^d,0558794r^2$$

$$M_r = 1069^a,852522 + 0^a,09870166r$$

$$M_r = M^0 + 360^0r + 59^a,7827r^2.$$

Den Bewegungsverhältnissen, wie sie sich in diesen Rechnungsergebnissen aussprechen, genügt aber am besten, vielleicht sogar ausschliesslich nur, die bereits zu hoher Wahrscheinlichkeit erhobene Annahme eines widerstehenden Mediums. Die Zeit wird lehren, ob sich dessen Wirkungen auch bei anderen Kometen von längerer Umlaufszeit bemerklich machen; bei dem Faye'schen Kometen ist dies nach Axel Möller's letzten Rechnungsrevisionen nicht der Fall.

Uebrigens trägt noch ein anderer Umstand dazu bei, die absolut ewige Constanz des Planetensystems durchaus in Frage zu stellen. Es sind dies die Wirkungen der in wahrhaft unermesslichen Mengen aus den Tiefen des Weltenraumes uns zugehenden Meteore. Wenn diese letzteren durchschnittlich gleich zahlreich nach allen Richtungen hin vertheilt sind, so wird diejenige Hemisphäre eines Planeten am häufigsten von ihnen getroffen, welche sich in der Richtung befindet, nach der hin sich der Planet bewegt. So gering nun auch der Verlust an lebendiger Kraft sein mag, den der Planet durch dieses Zusammentreffen (oder Herabstürzen der meteorischen Massen) erleidet: er wird sich im Laufe der Zeiten summiren und die Umlaufszeit sammt der halben grossen Axe der Bahn verkürzen. Diese Verkürzungen werden für jeden Planeten andere sein. Die Annahme einer durchschnittlich gleichen Häufigkeit der Meteore nach jeder Richtung hin, ist aber vollkommen gerechtfertigt durch die Beobachtungen selbst. Coulvier-Gravier war der Erste, der aus seinen Beobachtungen eine periodische Veränderlichkeit der mittleren stündlichen Häufigkeit der Meteore ableitete, und dieses Resultat ist durch J. Schmidt's Untersuchungen vollkommen bestätigt worden. Jene periodische Veränderung der stündlichen Häufigkeit resultirt aber, wie Schiaparelli (Bulletino Meteorologico dell' Observatorio del Collegio Romano V, No. 8, 10, 11, 12) gezeigt, aus der gleichen Vertheilung und Bewegung der Meteore im Raume und der Bewegung der Erde.

Es kann sonach keinem Zweifel unterliegen, dass das Planetensystem in seiner gegenwärtigen Constitution nicht die Elemente einer absolut ewigen Dauer in sich trägt, allein über den Zeitpunkt, wann die Erde oder irgend ein anderer Planet in der Sonne ihr Ende finden werde, lässt sich gegenwärtig nichts sagen. Wenn sämmtliche Planeten plötzlich in ihrem Laufe gehemmt würden und in gerader

Linie auf die Sonne stürzten, so würden sie noch nicht für 50,000 Jahre die Ausstrahlung decken können. Solche Kraftmengen fließen ununterbrochen mit der Sonnenwärme in den Raum! »Und doch,« sagt Sir William Thomson sehr richtig, »gibt es Leute, welche von dem gegenwärtigen Zustande der Dinge sprechen, als wenn er ewig dauern sollte!«

Zweiter Abschnitt.

Kritische Untersuchungen

der

gegenwärtig herrschenden Ansichten

über die

Entwicklungsgeschichte der die Erde bewohnenden
Organismen oder Organogenie.

Die Abänderung der Arten.

Wir haben im Vorhergehenden an der Hand physikalisch-mathematischer Forschung gesehen, dass der Erdball nicht absolut von Ewigkeit her seine gegenwärtige Daseinsform gehabt haben kann, dass er vielmehr in einer Zeit entstanden ist, deren chronologische Bestimmung innerhalb gewisser Fehlergrenzen zum Theil schon gelungen ist, sicherlich aber mit grösserer Genauigkeit der Wissenschaft der Zukunft gelingen wird. Aus diesen Ergebnissen folgt mit zwingender Nothwendigkeit der Schluss, dass auch der Ursprung vitaler Erscheinungen an der Oberfläche unseres Planeten, mögen dieselben nun dem Thier- oder Pflanzenreiche angehören, erst mit einer bestimmten vorzeitlichen Epoche begonnen haben kann.

Allein, wenn auch dieses Ergebniss gegenwärtig als so sicher begründet angesehen werden darf, als irgend eines der exacten Wissenschaften; so gilt dies doch bei weitem nicht, wenn es sich um die Frage handelt, in welcher Art und Weise diese Entstehung als nothwendig erfolgt gedacht werden muss, und ferner, in welchem Causalnexus die gegenwärtig an der Erdoberfläche vorhandenen, lebenden Organismen bezüglich ihrer organischen Bildung zu einander stehen. Es wurde hier mit Vorbedacht das Wort „Entwicklung“ vermieden, weil es einer besonderen Untersuchung bedarf, ob überhaupt eine allgemeine Entwicklungsgeschichte der organischen Welt anzunehmen ist und innerhalb welcher Grenzen sich solche bewegt. Sollte indess

die Untersuchung eine solche verneinen, so wird damit freilich der hauptsächlichste Weg gesperrt, auf welchem dem combinirenden Verstande die Möglichkeit geboten ist, dem Strom der Zeit entgegen, aufwärts in die Nähe des dunklen Ursprungs des Lebens vorzudringen. Denn, wir wiederholen es nochmals, nur so weit als Fäden aus der Gegenwart in die Vergangenheit hinaufreichen, ist die Möglichkeit gegeben, in die entlegenen Epochen vorzudringen, wohin der Ursprung vitaler Erscheinungen versetzt werden muss. Ob sich diese Möglichkeit freilich bei dem dermaligen Zustande der Wissenschaft realisirt, ist abermals eine Frage, von deren Bejahung die Erzielung befriedigender Resultate abhängt.

Bezüglich der Untersuchungen, deren soeben gedacht wurde, befinden wir uns in der glücklichen Lage, dass dieselben auf breitester Grundlage und in umfassendster Weise bereits von Charles Darwin angestellt worden sind; ja, dass sie dieser mit Recht hochberühmte Forscher zur Aufgabe seines Lebens gemacht hat. Unsere eigenen Erörterungen können wir daher um so eher zum Theil in Form einer kritischen Prüfung an die Darwin'schen Arbeiten anlehnen, als ohne dies ein gründliches Eingehen auf die in Rede stehenden Materien zu einem Umfange anwachsen müsste, der die Grenzen dieser Darlegung weitaus überschritte ¹⁾.

Während Lamarck, der zuerst die Lehre der gemeinsamen Abstammung aller Arten von einander aufstellte, die Umwandlungen, durch welche die Urformen in das grosse uns umgebende Naturreich differenzirt erscheinen, meist äusseren Ursachen, dem Gebrauche und Nichtgebrauche gewisser Organe und den Wirkungen der Gewohnheit zuschrieb, hat Darwin mit ungleich grösserer Berechtigung diese Differenzirung der Organismen in einer inneren Nothwendigkeit, dem Princip der Variabilität, im Anschlusse an die gegebenen äusseren Lebensbedingungen im „Kampfe ums Dasein“ gesucht ²⁾. Die Darwin'sche Theorie ist daher eigentlich nur eine Verfeinerung und Vervollkommnung von Lamarck's Hypothese ³⁾. Der französische Forscher gab bloss eine rohe Andeutung eines von ihm geahnten allgemeinen

Naturgesetzes; Darwin verlegte die Einwirkung der äusseren Umgebung mehr auf die kleinsten Theile des Organismus und wies die Erblichkeit der geringen Summe angeeigneter Abänderungen nach.

Der britische Naturforscher beginnt seine Untersuchungen damit, dass er einen strengen Nachweis der Thatsache des in den organischen Wesen liegenden allgemeinen Principis der Abänderung überhaupt zu geben unternimmt, wodurch er gleichzeitig Einsicht in die Mittel gewinnt, durch welche solche Abänderungen und Anpassungen bewirkt werden. Er gesteht, dass in dieser Beziehung seine Erfahrungen über die im gezähmten und angebauten Zustande erfolgenden Veränderungen der Lebensweise immer den besten und sichersten Aufschluss gewährten. Daher wird zuerst die Abänderung durch Domesticität oder künstliche Züchtung besprochen. Schon in seinem ersten Werke: „Ueber den Ursprung der Arten,“ hat Darwin bezüglich dieses Punktes eine lange Reihe von Beobachtungen und Untersuchungen mitgetheilt, welche es allerdings als eine nicht weiter bestreitbare Thatsache erscheinen lassen, dass es in des Menschen Macht steht, mittelbar wenigstens, durch ausschliessliche Auswahl zur Nachzucht geringe Abänderungen im Verlaufe der Generationen in einer bestimmten Richtung zu häufen. In dem zweiten, ergänzenden Werke Darwin's: „Ueber die Abänderung der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication,“ werden die früher gebrachten Beweise erläutert, vervollständigt und das Ganze, nachdem die Thatsache der Variation durch Domesticirung ausser allen Zweifel gesetzt worden, durch eine Theorie zusammengefasst. Im ferneren Verlaufe seiner Untersuchungen geht Darwin zur Betrachtung der Abänderung im Naturzustande über. Er zeigt, wie gerade durch das Bestreben der, frei von aller menschlichen Einwirkung vegetirenden Organismen, zu variiren: die genaue Definition dessen, was die systematische Eintheilung als „Art“ und „Varietät“ oder „individuelle Abänderung“ zu bezeichnen gewohnt ist, erschwert, ja vorläufig unmöglich gemacht wird. Die Thatsache einer Abänderung der Arten im Naturzustande ist hier nicht zu be-

streiten, ja sie wird auch von keinem Naturforscher in Abrede gestellt, sodass eine eigentliche Divergenz der Meinungen erst da zu Tage tritt, wo es sich um Maass und Ursache der Variation handelt. Es ist nothwendig dies festzuhalten, um die richtigen Gesichtspunkte zu einer, von subjectiven Ansichten möglichst befreiten Kritik der Darwin'schen Lehre, nicht aus den Augen zu verlieren.

Nachdem die Thatsache einer Abänderung der mit Leben begabten Organismen nachgewiesen worden, ohne dass indess die Spielweite der Variation bezüglich ihrer äussersten Grenzen hätte erörtert werden können, geht Darwin zur Untersuchung der Gesetze der Abänderung über.

Der britische Naturforscher hebt hier gleich anfangs mit Recht hervor⁴⁾, wie die grössere Veränderlichkeit sowohl als die weit häufigeren Monstrositäten der domesticirten Organismen einen wichtigen Beleg zu der Ansicht lieferten, dass Abweichungen der Structur in irgend einer Weise von der Beschaffenheit der äusseren Lebensbedingungen, denen die Eltern und deren Vorfahren mehrere Generationen hindurch ausgesetzt waren, abhingen. Besonders erscheinen, wie jeder Naturforscher weiss und Darwin durch ein langes Verzeichniss von Thatsachen bestätigt hat, die Reproductionsorgane für Veränderungen der äusseren Lebensbedingungen ungemein empfindlich. Darwin schreibt daher den functionellen Störungen des Reproductivsystems in den Eltern hauptsächlich die veränderliche oder bildsame Beschaffenheit der Nachkommenschaft zu. „Die männlichen und weiblichen Elemente der Organisation scheinen davon schon berührt zu sein vor deren Vereinigung zur Bildung neuer Abkömmlinge der Species.“ „Dagegen sind wir in gänzlicher Unwissenheit darüber, wie es komme, dass durch Störung des Reproductivsystems dieser oder jener Theil mehr als ein anderer berührt werde“⁵⁾.

Die Einwirkung des Gebrauchs oder Nichtgebrauchs der Organe auf deren physische Entwicklung ist eine im Allgemeinen längst bekannte, aber erst von Darwin in richtigerer Bedeutung erfasste Thatsache. Indess scheint dieser Gelehrte in Bezug

auf das causale Princip der hier auftretenden Erscheinungen nicht recht im Klaren zu sein, da er die natürliche Züchtung und die sich vererbende Wirkung des Gebrauchs und Nichtgebrauchs der Organe allzu strenge scheidet. „In einigen Fällen,“ sagt er⁶⁾, „möchten wir leicht dem Nichtgebrauche gewisse Abänderungen der Organisation zuschreiben, welche jedoch gänzlich oder hauptsächlich von natürlicher Züchtung herrühren. Wollaston hat die merkwürdige Thatsache entdeckt, dass von den 550 Käferarten, welche Madeira bewohnen, 200 so unvollkommene Flügel haben, dass sie nicht fliegen können, und dass von den 29 der Insel ausschliesslich angehörig Sippen nicht weniger als 23 lauter solche Arten enthalten. Manche Thatsachen, wie unter anderen, dass in vielen Theilen der Welt fliegende Käfer beständig ins Meer geweht werden und zu Grunde gehen, dass die Käfer auf Madeira nach Wollaston's Beobachtung meistens verborgen liegen, bis der Wind ruht und die Sonne scheint, dass die Zahl der flügellosen Käfer an den ausgesetzten kahlen Felsklippen verhältnissmässig grösser als in Madeira selbst ist, und zumal die ausserordentliche Thatsache, worauf Wollaston so beharrlich fusset, dass gewisse grosse, anderwärts sehr zahlreiche Käfergruppen, welche durch ihre Lebensweise viel zu fliegen genöthigt sind, auf Madeira gänzlich fehlen, — diese mancherlei Gründe machen mich glauben, dass die ungeflügelte Beschaffenheit so vieler Käfer dieser Insel hauptsächlich von natürlicher Züchtung, doch wahrscheinlich in Verbindung mit Nichtgebrauch herrühre. Denn während tausend aufeinander folgender Generationen wird jeder einzelne Käfer, der am wenigsten fliegt, entweder weil seine Flügel am wenigsten entwickelt sind oder weil er der indolenteste ist, die meiste Aussicht haben alle anderen zu überleben, weil er nicht ins Meer geweht wird; und auf der anderen Seite werden diejenigen Käfer, welche am liebsten fliegen, am öftersten in die See getrieben und vernichtet werden.“ — Allein, so dürfen wir billig fragen, ist denn hier und in allen analogen Fällen, die Wirkung des Gebrauchs oder Nichtgebrauchs in ihrer Erstreckung besonders auf die kommenden Generationen, etwas anderes als natürliche

Züchtung? Ist sie nicht gerade eine bestimmte Erscheinungsform, in der sich diese offenbart? Allerdings sagt Darwin später⁷⁾ mit Bezug auf die Flügelbildung der an Blumen lebenden Käfer und Schmetterlinge der Insel Madeira: „Dies ist ganz verträglich mit der Thätigkeit der natürlichen Züchtung;“ allein gerade dadurch spricht er aus, dass er zwischen beiden wirksamen Principien im Allgemeinen einen generellen Unterschied macht. „Es ist wohlbekannt,“ sagt Darwin⁸⁾, „dass mehrere Thiere aus den verschiedensten Classen, welche die Höhlen in Steyermark und Kentucky bewohnen, blind sind. In einigen Krabben ist der Augenstiel noch vorhanden, obwohl das Auge verloren ist: das Teleskopgestell ist geblieben, obwohl das Teleskop mit seinem Glase fehlt. Da nicht wohl anzunehmen, dass Augen, wenn auch unnütz, den in Dunkelheit lebenden Thieren schädlich werden sollten, so schreibe ich ihren Verlust gänzlich auf Rechnung des Nichtgebrauchs.“ Diesem Schlusse mag man wohl beipflichten, aber den Motiven, die Darwin zu dieser Folgerung führten, muss man entgegenhalten, dass wir über die Nützlichkeit oder Schädlichkeit eines Organs keine so einwurfsfreie Ansicht haben, um darauf wissenschaftliche Schlüsse basiren zu können. Nach dem später zu erwähnenden Gesetze der correlativen Variation könnte der Verlust des Auges gar wohl zusammen mit der Ausbildung irgend eines anderen, hier vorzugsweise in Anspruch genommenen Organs stehen. Die strenge Forschung sucht und findet in der Natur nicht sowohl Nützlichkeit als starre Nothwendigkeit.

Man weiss, dass bei der Höhlenratte das Auge eine ungeheure Grösse erreicht, während das Thier dennoch blind ist. „Wie auf Madeira,“ bemerkt hierüber Darwin, „die Flügel einiger Insecten durch natürliche Züchtung, von Gebrauch und Nichtgebrauch unterstützt, allmählig theils vergrössert und theils verkleinert wurden, so scheint dieselbe Züchtung bei der Höhlenratte mit dem Mangel des Lichtes gekämpft und die Augen vergrössert zu haben, während bei allen anderen blinden Höhlenbewohnern Nichtgebrauch allein gewirkt haben mag.“ Diese Erläuterung bietet sich auf den ersten Blick sofort dar; aber

weshalb hat denn die natürliche Züchtung bei allen anderen blinden Höhlenbewohnern nicht ebenso gewirkt? Wir wissen es nicht. Damit fällt aber offenbar die ganze Basis des Darwin'schen Erklärungsversuchs für die Höhlenratte und es ergibt sich bloss, dass ganz andere Bedingungen als bloss natürliche Züchtung und Nichtgebrauch wirksam gewesen sein müssen, um der Höhlenratte ein riesiges, aber unbrauchbares Auge zu geben. Eine ähnliche Schwierigkeit bietet die Pselaphinengattung *Machaerites*, welche nach den Untersuchungen von G. Joseph in zwei Arten in den Höhlen des Krainer Gebirges vertreten ist und deren Männchen Augen besitzen, während die Weibchen blind sind. Während alle Grottenthierarten Krains der Flügel entbehren, haben mehrere Arten Augen, so die drei Arten der Gattung *Sphodrus* der Carabiden. Der *Proteus Laurentii* aus der Magdalengrotte ist vollkommen augenlos; *Cyclophthalmus duricornis* hat einfache Augen auf der Spitze eines grossen, kegelförmigen Höckers am Kopfbrustschild, während *Trochlocaris Schmidtii* in den Höhlen von Cumpole und Obergurk rundliche, bewegliche Augenstummel mit dickem chitinischem Ueberzuge, aber ohne lichtbrechende Medien besitzt⁹⁾. Darwin sagt: „Nach meiner Meinung muss man annehmen, dass amerikanische Thiere mit gewöhnlichem Sehvermögen in nacheinander folgenden Generationen immer tiefer und tiefer in die entferntesten Schlupfwinkel der Kentuckyschen Höhle eingedrungen sind, wie es europäische in den Höhlen von Steyermark gethan. Und wir haben einigen Beweis für diese stufenweise Veränderung des Aufenthalts; denn Schiöde bemerkt: „Wir betrachten demnach diese unterirdischen Faunen als kleine in die Erde eingedrungene Abzweigungen der geographisch-begrenzten Faunen der nächsten Umgebungen, welche in dem Grade, als sie sich weiter in die Dunkelheit ausbreiteten, an die sie umgebenden Verhältnisse gewöhnt wurden; Thiere von gewöhnlichen Formen nicht sehr entfernt, bereiten den Uebergang vom Tage zur Dunkelheit vor; dann folgen die fürs Zwielflicht gebildeten und endlich die fürs gänzliche Dunkel bestimmten. Während der Zeit, in welcher ein Thier nach zahllosen Generationen die hintersten Theile der Höhle erreicht,

wird hiernach Nichtgebrauch die Augen mehr oder weniger vollständig unterdrückt und natürliche Züchtung oft andere Veränderungen erwirkt haben, die, wie verlängerte Fühler und Fressspitzen, einigermassen das Gesicht ersetzen.“ Dies ist insofern gewiss sehr richtig, als die Wirkung des Nichtgebrauchs hier offenbar einen Theil der natürlichen Züchtung ausmacht.

Gehen wir mit Darwin über zur Betrachtung des Einflusses, den die Acclimatisation auf das Variiren der Arten, vorerst im Zustande der Domestication, ausübt, so sind hier zwei Punkte vorzugsweise ins Auge zu fassen, nämlich erstens die Frage, ob Varietäten, die derselben Species entstammen, gleiche oder verschiedene Fähigkeiten zeigen, sich verschiedenen Klimaten anzupassen, und zweitens, auf welche Weise diese Anpassung erfolgt. Auch hier kann es keineswegs beabsichtigt werden, eine lange Reihe von Beispielen wiederzugeben, die von Darwin und Anderen gesammelt worden sind, um die beiden obigen Fragen zu beantworten. Es findet sich aber, dass Thiere den grössten klimatischen Verschiedenheiten bezüglich des Einflusses auf Variation einen solchen Widerstand entgegenzusetzen, dass wir erstaunt fast dieselbe Species in der heissen und den gemässigten Zonen finden, während die cultivirten Pflanzen einander sehr unähnlich sind und man kühn behaupten kann, dass jede lange cultivirte Pflanze Varietäten aufzuweisen habe, die ihrer ganzen Constitution nach sehr verschiedenen Klimaten angepasst sind.

Das heute, Dank den Bemühungen Quetelet's¹⁰⁾, fast über alle Theile der civilisirten Welt ausgedehnte System phänologischer Beobachtungen, deren Wichtigkeit schon Linné ahnte, hat mit unangreifbarer Evidenz die Abhängigkeit der pflanzlichen Entwicklung in ihren einzelnen Stadien von der Menge der Sonnenwärme ergeben. Mit Verwunderung erkennt man besonders aus den von Carl Fritsch und A. Tomaschek angestellten Beobachtungen, wie Jahr für Jahr für denselben Ort und dieselbe Pflanze die Zeit der Blüthe an ganz bestimmte Summen von Wärmegraden und Mittelwerthen der Temperatur gebunden ist¹¹⁾. Fritsch hat seine, 130 Pflanzen umfassenden Untersuchungen sogar darauf ausgedehnt, den Einfluss zu be-

stimmen, welchen die geographische Lage des Standortes der Pflanze und seine Höhe über der Meeresfläche auf die Zeit der Blüthe und Fruchtreife ausübt. Doch ist er nicht dazu gelangt, das Gesetz des Zusammenhanges zwischen dem Gange der Temperatur und der Entwicklung von Pflanzen bestimmter Varietäten in verschiedenen Klimaten zu entwickeln. Es blieb vielmehr Linsser vorbehalten, in einer merkwürdigen, am 28. März 1867 der Petersburger Akademie vorgelegten Abhandlung mit Evidenz zu zeigen, dass ein und dieselbe Pflanzenvarietät zu gleichen Entwicklungsstadien gleiche Theile der Wärmesumme ihres Standortes in Anspruch nimmt. Hieraus ergibt sich, dass in jedem Samen die Fähigkeit liegt, sich den Wärmeverhältnissen seines Standortes gemäss zu entwickeln. Zwei Samen von einer und derselben Varietät, die verschiedenen Standorten entstammen, müssen sich demnach unter gleichen Temperaturverhältnissen ungleich entwickeln. Es war der Wissenschaft von heute vorbehalten, für die wichtigsten Pflanzen die Maximalwerthe der Unterschiede der Wärmesummen empirisch festzustellen, bei welchen Samen aus verschiedenen Gegenden unter fremden Himmelsstrichen sich noch zu acclimatisiren vermögen. Man darf aber schon jetzt behaupten, dass sich in dieser Beziehung selbst bei einer und derselben Varietät beträchtliche Unterschiede werden fühlbar machen, da das Vermögen der Sämlinge, entweder starker Kälte zu widerstehen, oder intensivere Wärme zu ertragen, bei den einzelnen Individuen sicherlich, wenn auch innerhalb noch unbekannter Grenzen um einen mittleren Werth herumschwankt. Darwin glaubt, dass gerade hierdurch und unter dem Einflusse der natürlichen Züchtung, die Acclimatisation bewirkt wird. In den meisten Fällen gelingt der Versuch, Thiere oder Pflanzen zu acclimatisiren, durchaus nicht, wenn er unabhängig von der Erzeugung neuer, mit einer verschiedenen Constitution versehenen Pflanzen angestellt wird. Während blosse Gewöhnung nur höchst selten bei durch Knospen vermehrten Pflanzen einige Wirkung hervorbringt, ist sie vielmehr aller Wahrscheinlichkeit nach nur durch aufeinander folgende Generationen von Samen thätig, das spontane Auftreten von con-

stitutionell verschiedenen Individuen ist das ungleich wirksamere Agens. „Es ist aber nicht zweifelhaft,“ sagt Darwin, „dass in der Natur neue Rassen und neue Species durch spontane Variation, unterstützt von der Gewöhnung und regulirt durch natürliche Zuchtwahl, Klimaten angepasst werden, die ungemein von einander verschieden sind.“ Dieser Behauptung muss man vollkommen beipflichten; allein Darwin unterlässt es, eine genauere Vorstellung von der Art und Weise der wahrscheinlichen Entstehung constitutioneller Verschiedenheiten bei Individuen einer und derselben Varietät zu geben und kommt erst später in ziemlich unklarer Weise bei Besprechung der „Pangenesis“ auf diesen Umstand beiläufig zurück.

Das spontane Auftreten constitutioneller Verschiedenheiten bei den einzelnen Individuen der verschiedenen Varietäten kann aber nach dem dermaligen Zustande des Wissens mit grossem Rechte auf eine Verschiedenheit äusserer Einwirkungen während des Embryonalzustandes zurückgeführt werden. Nicht zwei Embryos finden sich genau unter den nämlichen Verhältnissen, ihre Entwicklung wird aber nur dann dauernd gehemmt oder unmöglich gemacht, wenn die Abweichungen von gewissen mittleren Bedingungen bestimmte Grenzen überschreiten. Innerhalb dieser Grenzen vermag sich das Individuum zum selbstständigen Leben zu entwickeln und bezüglich der äusseren Verhältnisse in ihrer Totalität (keineswegs der klimatischen allein) eine bestimmte Constitution anzunehmen. Diese ist aber in Folge der Bedingungen der embryonalen Entwicklung bei Individuen einer und derselben Varietät nothwendig in bestimmte Grenzen eingeschlossen. Innerhalb dieser Grenzen hält sich die Menge der Individuen derselben Varietät und steht in Mitbewerbung um die Existenz mit dem ganzen Organismus der Erde; was unter den gegebenen Verhältnissen lebensfähig ist, was in Folge seiner Constitution den vorhandenen Bedingungen sich am besten anpassen kann, bleibt erhalten und zur Fortpflanzung aufbewahrt, der Rest geht unter.

Wenn es aber gegenwärtig nicht weiter zweifelhaft sein kann, dass der gesammte Zustand der elterlichen Organisationen in

directer Beziehung zur Entwicklung des Embryos steht, so folgt von selbst, dass die zur letzteren nothwendigen mittleren Bedingungen und ihre äussersten Grenzen bei jeder Generation nach der Richtung hin eine geringe Veränderung erfahren müssen, nach welcher die den äusseren Verhältnissen sich anpassende elterliche Individualität hinneigte, als sie im Kampfe ums Dasein mit ihren Mitbewerbern den Vorrang behauptete.

Man sieht leicht, wie gerade durch die hier entwickelten Umstände die fortwährende Differenzirung der Organismen und die Abänderung der Arten in einfachster und naturgemässester Weise ermöglicht wird. Hierdurch erklärt sich aber ferner nicht minder vollständig die Thatsache, weshalb gewisse Organismen anderen gegenüber eine wunderbare Constanz ihrer charakteristischen Eigenthümlichkeiten zeigen u. s. w.

Die von Darwin als sogenannte *correlative Variation* bezeichnete Erscheinung gleichzeitiger Abänderung, besonders homologer Organe, dürfte im Stande sein, höchst wichtige Fingerzeige für die gesammte Entwicklungsgeschichte zu geben. Leider aber befindet sich dieser Theil der wissenschaftlichen Untersuchung noch mehr oder weniger in dem rudimentären Zustande einer Curiositätensammlung. Die Beispiele, welche Darwin anführt, sind, mit geringen Ausnahmen, keineswegs vollständig genug beobachtet oder verbürgt; aber die merkwürdige Correlation zwischen Zahnbildung und Haarwuchs scheint nicht bestritten werden zu können und verdient um so höhere Beachtung, als, wie Darwin hervorhebt, die beiden Säugethierordnungen Edentata und Cetacea, welche bezüglich ihrer Hautbedeckung die abnormsten und am meisten entgegengesetzten sind, auch in Rücksicht auf das Fehlen oder den Reichthum der Zähne zu den auffallendsten gehören.

Von vorzugsweiser Wirkung tritt die *correlative Anpassung* bei Veränderungen der Geschlechtsorgane auf. So sind z. B. nicht allein äussere physische Abänderungen, wie Fettbildung, Entwicklungshemmung des Kehlkopfes u. s. w., die Folge einer stattgefundenen Castration: sondern auch der psychische Charakter des betreffenden Individuums weicht von dem normalen in auffallender Weise ab, wie die mannigfachen Schilderungen orien-

talischer Eunuchen zur Genüge beweisen. Obgleich es nicht möglich ist, diese Behauptung gegenwärtig zu beweisen, so scheint doch logische Ideencombination darauf hinzudeuten, dass das Princip der correlativen Variation besonders im embryonalen Zustande der Individuen die Differenzirung der Artenorganisationen wesentlich unterstützt.

Darwin legt den höchsten Nachdruck darauf, dass allenthalben da, wo wir die Mittel besitzen, Vergleichen anstellen zu können, die nämlichen Gesetze als wirksam sich zeigen, welche die geringeren Abweichungen zwischen Varietäten derselben Art, wie die Hervorbringung grösserer Unterschiede zwischen Arten einer Sippe erzeugen. In dieser Behauptung und ihrer wissenschaftlichen Begründung wurzelt die ganze Artenentstehungstheorie; wer diesen Satz als unbegründet erweisen kann, hat den Lebensnerv der Darwin'schen Lehre durchschnitten; wer ihm neue, unanfechtbare Beweise zur Seite stellen kann, hat damit die Fundamente des kühnen Gebäudes gestützt, welches der berühmte britische Naturforscher errichtete.

Wir haben im Vorhergehenden gesehen, wie die Gesetze der Variation, die Darwin theils selbst aufgefunden, theils strenger formulirt und begründet hat, allerdings nicht wegzuleugnen sind; dass Abänderungen innerhalb gewisser Grenzen thatsächlich stattfinden und durch diejenigen Umstände bedingt werden, die wir aufgezählt haben. Wir kennen nicht durch empirische Beobachtungen die Grenzen, innerhalb deren die Variation der Individuen bleiben muss; und diejenigen, welche hier eine sehr beengte Sphäre annehmen, vermögen ihre Behauptung aus der reinen Beobachtung ebenso wenig einwurfsfrei zu erweisen, wie alle, die gar keine festen Grenzen der individuellen Abänderung annehmen. Die Ersteren nehmen eine bestimmte Anzahl von ursprünglichen Arten an; die zweite Classe von Forschern hingegen kommt natürlich durch eine Kette von Rückschlüssen zu dem Ergebnisse, die gesammte organische Welt stamme von einer einzigen Urform ab, die freilich nicht nothwendig in einem einzigen Individuum repräsentirt gewesen zu sein brauchte.

Die erste Ansicht von der Variabilität ursprünglich gänzlich

verschiedener Arten, innerhalb sehr enger Grenzen, besitzt gegenüber der entgegengesetzten den grossen Vortheil, die unmittelbaren Thatsachen für sich in Anspruch nehmen zu können. Wäre es erlaubt, einen bildlichen Vergleich herbeizuziehen, so würde man darauf hinweisen können, wie die bereits früher besprochenen Beobachtungen der Neuzeit die gesammte organische Welt gewissermaassen als ein System von Linien erscheinen lassen, die im Allgemeinen gegen ein gewisses Centrum zu convergiren scheinen. Der Lauf dieser Linien ist nur eine kurze Strecke weit untersucht worden und es haben sich dabei Abweichungen von einer allgemeinen Normalrichtung gezeigt. Während nun die Einen behaupten, diese Abweichungen seien bloss locale und völlig verschwindend in der ungemessenen Länge und Gesammtheit, es existire daher ein gemeinsames Centrum; folgern die Anderen daraus eine Mehrheit von Radiationspunkten und keine, allen gemeinsame Convergenzrichtung. Diese letztere Ansicht wird, sehr instructiv an den eben gewählten bildlichen Vergleich anschliessend, von Kölliker ¹²⁾ dargestellt. „Allerdings,“ sagt dieser scharfsinnige Forscher, „gibt es Thiere, die sehr variiren, wie z. B. der Hund, so sehr, dass man, wie auch schon geschehen, geneigt werden könnte, mehrere Species anzunehmen und denselben, ihrer zahlreichen Uebergänge halber, einen gemeinsamen Ursprung und Ausgangspunkt zuzuschreiben. So lange jedoch die Geschichte dieses Thieres nicht besser bekannt ist, als es der Fall ist, wird sich dasselbe nicht zur Unterstützung der Darwin'schen Theorie verwerthen lassen. Es ist nämlich denkbar, dass ursprünglich mehrere Hundarten existirten und dieselben durch Vermischung untereinander nach und nach so viele Formen bildeten. Auch vergesse man nicht, dass gewisse, sehr charakteristische Hunderassen, wie die Mopse, Dachshunde und Bullenbeisser, offenbar pathologische Zustände darstellen, die sich vererben, wie dies schon H. Müller wahrscheinlich zu machen gesucht hat.“

„Aehnlich verhält es sich auch mit den Tauben, auf die Darwin so hohen Werth legt, und ist hier namentlich hervorzuheben, dass noch keinerlei Untersuchungen über die wichtige

Frage vorliegen, welche Formen bei diesen Thieren krankhaften Ursprunges sind und durch Vererbung eine gewisse Constanz erhielten. So gut als ein Mops nicht eine Species, sondern ein Hundekretin ist, könnten auch die kurzschnäbeligen Tauben u. a. in den Bereich des Pathologischen gehören.“

„Dass grössere Varietäten überhaupt nicht so leicht sich bilden, beweist auch die grosse Dauer mancher jetzt lebender Arten in unverändertem Zustande, die sich nicht nur nach den einigen Tausenden von Jahren bemisst, sondern unberechenbar viel grösser ist, indem nach den übereinstimmenden Angaben der Geologen nicht nur viele Arten der Diluvialepoche, sondern sogar manche aus noch älteren Formationen mit den noch jetzt lebenden übereinstimmen.“ Derselbe Gelehrte fügt indess diesem letzteren Einwurfe hinzu: „Gegen den Werth dieser Thatsache könnte nun allerdings Darwin einwenden, dass die grosse Dauer gewisser Arten nicht beweist, dass nicht andere sich umgewandelt hatten, immerhin ist dieselbe beachtenswerth.“ Gewiss ist diese Einwendung Darwin's vollkommen berechtigt; denn die geologisch lange Dauer gewisser Arten in wenig abänderndem Zustande beweist ebenso viel gegen die Variabilität der Arten überhaupt, als die beständige Existenz tropfbar-flüssigen Wassers in der Aequatorealzone zur Behauptung berechtigt, das dortige Wasser besässe nicht die Eigenschaft zu Eis erstarren zu können. Da wir nicht hoffen dürfen, jemals die Verhältnisse in den älteren Epochen der Erde so genau kennen zu lernen, um das nothwendige Material zu einem entscheidenden Kriterium über die Ursachen der langen Dauer gewisser Arten zu sammeln, so folgt, dass dieser Punkt für eine Untersuchung der Berechtigung der Darwin'schen Theorie nicht in Betracht gezogen werden darf. Wer dies nicht zugeben wollte, müsste unter Anderen den strengen Nachweis liefern, aus welchen Gründen die merkwürdige *Valvata multiformis* gerade in den Süsswasserkalken von Steinheim jene überaus regelmässige und schnelle Reihenfolge der Entwicklung zu immer zusammengesetzterer Organisation zeigt, während z. B. das Mainzer Becken und andere Orte keine Spur von Analogem zeigen ¹⁸⁾.

„Weshalb,“ sagt Schmar da ¹⁴⁾, „finden wir Thiere durch eine grosse Schichtenzahl hindurch selbst bis auf die Gegenwart unverändert? Weshalb finden wir nicht die Uebergänge der Species durch natürliche Züchtung in den verschiedenen geologischen Perioden? Weshalb giebt es, wenn die Vervollkommnung Gesetz ist, Thiere mit rückschreitender Metamorphose?“ Von diesen Fragen ist die erste bereits beantwortet worden, und was die zweite anbelangt, so hat Darwin im 9. und 10. Capitel seines Buches über die Entstehung der Arten darauf Antwort gegeben; einiges andere, Bestätigende, wird später folgen. Die dritte Frage oder der dritte Einwurf beruht aber auf einer mangelhaften Vorstellung von dem, was man unter den Gesichtspunkten Darwin's als Vervollkommnung verstehen muss. Allerdings wird der Grad der Differenzirung oder Specialisirung der Theile aller organischen Wesen in ihrem reifen Alter als Maassstab der Vollkommenheitsstufe angesehen; allein die einseitige Anwendung dieses Principis auf die gesammte Natur sowohl wie auf die Darwin'sche Theorie, würde sehr fehlerhaft sein. Es giebt Fälle, wo gerade der Mangel, die eingeschränktere Differenzirung einem Geschöpfe im Kampfe ums Dasein von Nutzen ist (man erinnere sich beispielsweise der flügellosen Käfer von Madeira); von diesen Gesichtspunkten aus muss man dann sogar eine Vereinfachung als Fortschritt bezeichnen. Rückschreitende Metamorphose tritt nur dann ein, wenn die Entwicklung eine solche ist, dass sie im Kampfe ums Dasein das Erliegen der Individualität nach sich zieht, mag sie sonst sein wie sie immer will.

Von diesem Standpunkte aus wird man auch den Einwurf sofort als unbegründet erkennen, den Kölliker ¹⁵⁾ macht, wenn er sagt: „Die Varietäten, die sich bilden, entstehen in Folge mannigfacher äusserer Einwirkungen, und ist nicht einzusehen, warum dieselben alle oder theilweise gerade besonders nützlich sein sollten. Jedes Thier genügt für seinen Zweck, ist in seiner Art vollkommen und bedarf keiner weiteren Ausbildung. Sollte aber auch eine Varietät nützlich sein, und sich sogar erhalten, so ist gar kein Grund, einzusehen, warum dieselbe dann noch

weiter sich verändern sollte. — Der ganze Gedanke der Unvollkommenheit der Organismen und der Nothwendigkeit ihrer Vervollkommnung ist offenbar die schwächste Seite der Darwin'schen Theorie und ein Nothbehelf, weil Darwin kein anderes Princip denkbar war, um Umgestaltungen zu erklären, die wie auch ich glaube, stattgefunden haben.“ Man sieht sofort, dass Kölliker offenbar Darwin nicht richtig verstanden hat.

Der britische Naturforscher behauptet nirgendwo, dass der Organismus an und für sich unvollkommen sei, und aus diesem Grunde ist daher auch keine Vervollkommnung nothwendig und möglich. Darwin spricht bloss von mehr oder minder vollkommener Anpassung und das ist allerdings durchaus zulässig. Prof. Seligmann sagt sehr wahr: „Die teleologische Richtung ist mit wenigen Ausnahmen die herrschende geblieben und es haben sehr bedeutende Naturforscher selbst die Darwin'sche Lehre von der Anpassung für eine solche verkannt, oder nebst den Darwin'schen Gesetzen noch ein Gesetz der physischen und psychischen Vervollkommnung annehmen zu müssen geglaubt.“ Man kann es nicht oft genug aussprechen, dass unsere Ansichten von Vollkommenheit in der Natur durchaus subjectiv sind, und dass alle diejenigen wissenschaftlichen Theorien, in welche das Princip der mehr oder minder grossen Vollkommenheit als integrierendes Glied eingeführt wird, ganz unzulässig bleiben. Die Darwin'sche Theorie aber hat gar nichts mit der Vollkommenheit irgend eines Organismus in dem eben angedeuteten Sinne zu thun, sondern nur mit dem Vermögen, sich im Kampfe ums Dasein den Verhältnissen anzupassen oder zu erliegen.

Murray ¹⁾ wirft Darwin vor, dass er beständig nur die Ausnahmen und nicht die regelmässigen Fälle zum Ausgangspunkte seiner Betrachtungen gemacht habe, vergisst aber dabei ganz, dass das Beharrliche des Gesetzes nur im Wechsel der Erscheinungsformen erkannt werden kann. In der Natur giebt es keine Ausnahmen, sondern nur modificirte Erscheinungen als Folgen verschiedener einwirkender Kräfte. Darwin's Untersuchungsmethode ist daher in dieser Beziehung ebenso richtig und ebenso ausschliesslich zu Resultaten führend, wie jene des

Chemikers, der aus den Reactionen auf die vorhandenen Stoffe schliesst.

Einer der wichtigen Einwürfe, dessen ganze Schwere sich Darwin keineswegs verhehlt hat, und der, wenn er nicht beseitigt werden kann, ungemein zu Gunsten der eben genannten Theorie spricht, nach welcher die Arten alle nur innerhalb ziemlich enger Grenzen veränderlich sind; ein Einwurf von solcher Wichtigkeit ist der, dass keine Varietäten bekannt sind, die sich unfruchtbar begatten, wie dies bei scharf geschiedenen Thierformen der Fall ist.

Wenn auch zugegeben werden muss, dass der Grad der Unfruchtbarkeit sich nicht genau nach der systematischen Affinität richtet, sondern dass hier noch Gesetze wirksam sind, von denen wir zur Zeit keine Ahnung haben; so ist doch andererseits nie bestritten worden, dass die Intensität der Fruchtbarkeit im Allgemeinen mit abnehmender systematischer Affinität sinkt und schliesslich für die verschiedenen Arten Null wird. Auf dieser Behauptung beruht der ganze Einwurf gegen Darwin. Allein, wenn die Selectionstheorie auch nicht diese Thatsache zur Stütze für ihre Behauptungen verwerthen kann, so kann sie indess ebenso wenig als Beleg gegen dieselbe verwerthet werden. Gerade der Umstand, dass im Allgemeinen die Fruchtbarkeit der Kreuzung mit wachsender Entfernung der Individuen von einander im Systeme abnimmt, könnte darauf hindeuten, dass wir es hier mit einer, von bestimmten Gesetzen beherrschten secundären Erscheinung zu thun haben. Die fruchtbare Paarung hört bei einer bestimmten typischen Verschiedenheit der Individuen auf, allein es folgt daraus keineswegs mit Nothwendigkeit, dass diese Verschiedenheit deshalb immer bestanden haben müsse. Es kann vielmehr diese Behauptung nur als Möglichkeit gegeben werden, allein das Gleiche ist auch der entgegengesetzten zu vindiciren. Ferner ist nicht zu übersehen, dass auf diesem Gebiete noch ein sehr empfindlicher Mangel an hinreichenden und sicheren Beobachtungen herrscht. Die ungemaine Schwierigkeit und Unklarheit, welche gegenwärtig diesem ganzen Gegenstande noch anhängt, zeigt sich klar in der aus-

gezeichneten Darlegung, welche v. Baer in seinem Berichte über die Zusammenkunft der Anthropologen in Göttingen gegeben hat. Wäre es nothwendig, hier näher ins Detail einzugehen, so könnte man z. B. darauf hinweisen, dass die bisherige, allgemein gültige Ansicht von dem verderblichen Einflusse der Ehen unter Blutsverwandten auf die nachfolgenden Generationen sich in den neuesten und exacten Untersuchungen von Perier und Alfred Bourgeois ¹⁷⁾ durchaus nicht bestätigt hat, indem sich mit Evidenz ergab, dass der Einfluss der Ehen zwischen Blutsverwandten gut oder schlecht ist, je nachdem die beteiligten Individuen von constitutionellen Krankheiten frei oder befallen sind. Man könnte ferner daran erinnern, dass der ausgezeichnete Forscher Broca ¹⁸⁾ zu dem Ergebnisse gelangt, es scheine, dass die Resultate der Kreuzungen zwischen entfernten Menschenrassen um so schädlicher seien, je entfernter die Mütter in ihrem Rassencharakter ständen und dass diese Behauptung sich in Uebereinstimmung befinde mit den Erfahrungen, welche alle Naturforscher in Betreff der Bastarderzeugung bei den Thieren gelten liessen; während andererseits v. Baer die Lehre, dass die geschlechtliche Verbindung der verschiedenen Menschenrassen weniger fruchtbar sein soll und dass die Bastarde unter sich gar nicht oder doch nur wenig sich fortpflanzen oder sonst vorkommen sollen, körperlich oder moralisch unkräftig würden, als unsicher und haltlos darstellt. Dagegen kommen allerdings, wie auch v. Baer hervorhebt, merkwürdige und zur Zeit noch unerklärte Anomalien vor. So ist es z. B. sonderbar, dass in Neuholland und Vandiemensland, trotz der grossen Menge deportirter Verbrecher, dennoch nur eine kleine Anzahl von Bastarden zu existiren scheint, dass ferner in Amerika und Afrika französische, spanische und portugiesische Bastarde mit Negerinnen zu gedeihen scheinen, englische hingegen nicht, dass dagegen die Mischlinge von englischen Matrosen und Otaheitierinnen einen kräftigen, fruchtbaren Menschenschlag bilden u. s. w.

Beachtet man, dass überhaupt die Grenzen der unfruchtbaren Paarung im Einzelnen sehr schwankend sind, so gewinnt die Möglichkeit, dass Sterilität vorherrschend nur eine secundäre

Erscheinung und durch sich anhäufende Divergenz der allgemeinen Charaktere nach und nach entstanden sei, eine nicht zu verachtende Stütze. Darwin sagt in der Zusammenfassung seiner betreffenden Untersuchungen ¹⁹⁾: „In derselben Weise, wie beim Zweigen der Bäume die Fähigkeit einer Art oder Varietät, bei anderen anzuschlagen, mit meistens ganz unbekanntem Verschiedenheiten in ihren vegetativen Systemen zusammenhängt, so ist bei Kreuzungen die grössere oder geringere Leichtigkeit einer Art, sich mit der anderen zu befruchten, von unbekanntem Verschiedenheiten in ihren Reproductionssystemen veranlasst. Es ist daher nicht mehr Grund anzunehmen, dass von der Natur einer jeden Art ein verschiedener Grad von Sterilität in der Absicht, ihr gegenseitiges Durchkreuzen und Ineinanderlaufen zu verhüten, besonders eingebunden worden sei, — als Ursache vorhanden ist, anzunehmen, dass jeder Holzart ein verschiedener und etwas analoger Grad von Schwierigkeit beim Verpfropfen auf anderen Arten anzuschlagen, eingebunden worden sei, um zu verhüten, dass sich nicht alle in unseren Wäldern auf einanderpfropfen.“

Nach allem Vorhergehenden kann man die Thatsachen in folgender Weise erklären. Die Urformen, welche Darwin annimmt, waren fruchtbar unter einander; sie divergirten mit der Zeit in ihren Charakteren und hiermit nahm die Fruchtbarkeit im Ganzen ab, der Art, dass sie schliesslich für die extremen Formen Null wurde und nur noch bei näheren (Varietäten) möglich ist. Ein absoluter Beweis für diese Behauptung lässt sich nicht geben; er wird auch direct nie gegeben werden können, sondern höchstens nur indirect, falls sich die Darwin'sche Theorie aus einem Complex anderer Thatsachen als richtig erweist.

Vom philosophischen Standpunkte aus hat Frohschammer eine Kritik hauptsächlich der logischen Begründung und Berechtigung der Darwin'schen Theorie gegeben ²⁰⁾, der man eine hohe Bedeutung nicht absprechen kann und der am geeignetsten hier gedacht wird. Rudolph Wagner nennt diese Kritik: den bedeutendsten Angriff von allen, welchen Darwin bis jetzt erfahren habe.

Frohschammer hebt zuerst hervor, dass der Darwin'schen Theorie das Nothwendigkeitsprincip fehle; es fehle dadurch eine unerschütterliche Grundlage, die unsere Bedenken auch da zu beseitigen vermöge, wo vorläufig für uns unerklärbare That-sachen auftreten. Der ursprüngliche Zustand der Organismen bleibe unbestimmt, ebenso wie die ursprüngliche Aufgabe und Leistung der natürlichen Züchtung, indem man nicht wissen könne, was aus immanentem Differenzirungstrieb, aus ursprünglicher teleologischer Tendenz und Kraft der Organismen selbst hervorging. Allein Frohschammer übersieht hierbei ganz und gar, dass es gerade das, was er „immanenten Differenzirungstrieb“ nennt, ist, auf dessen Nachweis es Darwin mit seiner ganzen Theorie ankommt. Die natürliche Züchtung resultirt aus der Gegenwirkung dieses mit den das Individuum rings umgebenden Naturkräften. Die natürliche Züchtung ist nur eine Folge, eine secundäre Erscheinung, deren primäre Nothwendigkeit allerdings nicht erkannt ist. Aber ganz ebenso ist auch das Fallen des Steines eine secundäre Erscheinung, deren primäre Ursache (im philosophischen Sinne) nicht gefunden ist, indem die Anziehung selbst nur als Wirkung einer Kraft gedacht werden kann. Von der Wesenheit der Kräfte aber weiss die Naturwissenschaft Nichts, und die Nothwendigkeit der Anziehung kann niemals logisch demonstrirt werden. Dagegen lässt sich freilich mathematisch zeigen, dass nur bei den jetzt wirksamen Gesetzen der Massenanziehung der Weltenorganismus auf die Dauer bestehen kann.

„Darwin,“ sagt Frohschammer, „leitet aus den Erfolgen künstlicher Züchtung die Möglichkeit der natürlichen Züchtung ab. Nun ist aber nicht einmal diese Möglichkeit erwiesen, denn die Erfolge künstlicher Züchtung, so auffallend sie erscheinen, sind immerhin nur unbedeutend im Vergleich mit denen, welche die natürliche Züchtung durch Hervorbringung der verschiedenartigsten Pflanzen und Thiere erzielt haben soll.“ Indem Frohschammer sich so ausdrückt, überschreitet er die sich anfänglich selbst gesetzten Grenzen; er geht nicht mehr von den That-sachen aus, sondern will diese selbst prüfen. Hier gebührt aber

nicht dem Philosophen Frohschammer, sondern dem Naturforscher Darwin die Entscheidung.

„Wirklich bedeutende Resultate natürlicher Züchtung, die noch ins Gebiet menschlicher Erfahrung fielen, hat Darwin nirgends aufgezeigt.“ Direct allerdings nicht und zwar gerade deshalb, weil die menschliche Erfahrung über diesen Punkt erst von gestern datirt. Wären diese Resultate so offen am Tage liegend, wie Frohschammer will, so brauchte es allerdings jenes ungeheuren Beobachtungsmaterials nicht, das Darwin mit bewundernswürdiger Ausdauer zwanzig Jahre lang gesammelt hat. Die beiden zuletzt veröffentlichten Werke dieses Forschers können als indirecter Beweis angesehen werden. Darwin verfuhr hier ähnlich, wie auf dem nicht minder complicirten Felde der Meteorologie Dove, als er sein Drehungsgesetz der Winde, bei dem Mangel hinreichender directer Beobachtungen auf indirecte Weise aus Thermometer-, Barometer- und Psychrometer-Beobachtungen herauslas. Uebrigens lassen sich den von Darwin beigebrachten Thatsachen noch eine Reihe von Beispielen hinzufügen, die allerdings nicht den Uebergang aus einer niederern in eine sehr viel höher stehende Form zeigen, die aber dennoch wichtige Belege zur Motivirung der Behauptung bilden, dass derartige Uebergänge in der That stattfinden und erkannt werden, sobald genügende Zeit vergangen ist um diese Umwandlungen verfolgen zu können. A. Kerner hat nachgewiesen²¹⁾, dass sich in der kurzen Zeit von wenigen Jahren durch Veränderung des Bodens, der Luft und des Lichtes: *Hutchinsia brevicaulis* in *H. alba*; *Arabis coercula* in *A. bellidifolia*; *Alchemilla fissa* in *A. vulgaris*; *Betula pubescens* in *B. alba*; *Saxifraga caespitosa* in *S. errata*; *Artemisia rana* in *A. campestris* abänderten. Die von Fabre behauptete²²⁾ Umänderung eines *Aegilops* in ein *Triticum* durch langjährige Culturversuche hat sich zwar als irrthümlich erwiesen, aber bereits im Jahre 1838 hat Wimmer²³⁾ die durch verschiedene Vegetationsbedingungen hervorgerufenen Abänderungen erkannt, in Folge deren unter Anderen *Campanula rotundifolia* in *C. Scheuchzeri*, *Rumex acetosa* in *R. arifolius* übergehen u. s. w. De Bary ist es gelungen,

Pilzformen, welche bis jetzt als deutlich getrennte Arten bestanden, zu züchten²⁴⁾. Bei Versetzung von Alpenpflanzen zeigte sich, dass *Plantago montana* allmählig in *Pl. lanceolata*, *Erigeron uniflorus* in *E. alpinus*, *Möhringia polygnoides* Koch, in *M. muscosa* L. übergangen. Nach P. J. v. Sieboldt's Erfahrungen scheint die weissgestreifte oder gesprenkelte Abart mancher Pflanzen durch den Einfluss der Kälte zu entstehen. In der Tropenzone fehlt sie ganz, ist aber in Japan, mit sehr excessivem Klima, nicht selten, wo sogar weissgefleckte Schachtelhalme und Nadelhölzer auftreten. Derselbe Forscher sah Pflanzen aus Japan, die durch den Frost gelitten, diese Abänderung annahmen, die dann beständig blieb. Wie wenig man übrigens aus den gegenwärtigen Verhältnissen auf das Variiren der Organismen in den ersten Zeiten, als sich der Erdball mit organischen Wesen bedeckte, schliessen darf, zeigen die neuesten Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes auf die Dimensionsänderungen gewisser pflanzlicher Organe. Im Finstern wachsende, etiolirende Pflanzen zeigen merkwürdige Missverhältnisse in den Dimensionen ihrer Blätter und Stengel gegenüber der normalen Form. Während die Blätter einschrumpfen, entwickeln sich meist die Stengel zu riesiger Grösse, wenngleich es auch Fälle giebt, in denen sich die Blätter übermässig verlängern und die Stengel keine Vergrösserung zeigen. Schon Sachs bemerkte, dass diese Abänderungen unter dem Einflusse des Lichtmangels vorzugsweise an chlorophyllhaltigen Organen auftreten, und Kraus hat durch zahlreiche und feine Untersuchungen nachgewiesen, dass die veränderten Organe, sowohl die verlängerten als verkürzten, durchaus auf einer niedrigeren Entwicklungsstufe stehen bleiben. Während die Laubblätter im Finstern wegen fehlenden Materials zur Zellhautbildung in ihrer Entwicklung gehemmt werden und während gewisse Keimlinge etioliren, trotzdem ihre Kotyledonen mit fettem Oel und Stärke versehen sind, weil in Abwesenheit des Lichtes die Stärke nicht dauernd in Zellhaut umgesetzt werden kann, schiessen etiolirte Stengel zu enormer Grösse empor durch das Nichterstarben der Rindengewebe und ein Ueberwachsthum der Markzellen im Finstern

bei gleichzeitiger eigenthümlicher Wachstumsweise der hochgespannten Internodien.

Wenn, wie es höchst wahrscheinlich ist, in den frühesten Zeiten des Erdballes eine dichte, trübe, mit verschiedenen Gasen in bedeutendem Maasse geschwängerte Atmosphäre das Sonnenlicht abblendend auf der Oberfläche unseres Planeten lag, so musste unter sonst ganz gleichen Verhältnissen, allein aus diesem Grunde schon die damalige Pflanzenwelt einen wesentlich anderen Charakter annehmen, als dies heute der Fall ist. Nicht bloss die relativen Dimensionen der verschiedenen Organe, sondern vor allem auch ihre physiologischen Functionen, besonders jene der so leicht afficirbaren Reproductionsorgane mussten Abänderungen erfahren, zu welchen sich heute nicht leicht in der freien Natur ein Analogon finden lässt. Schaafhausen²⁵⁾ hat eine Menge von Thatsachen gesammelt, aus denen ein beträchtliches Variiren auch der Thiere unter verschiedenen Bedingungen hervorgeht. Die merkwürdige Abhandlung dieses verdienstvollen Forschers: „Ueber Beständigkeit und Umwandlung der Arten,“ erschien im Jahre 1853, also ein halbes Jahrzehnt vor Bekanntmachung der Untersuchungen Darwin's. Die Resultate, zu welchen der Bonner Gelehrte gelangt, sind vollkommen mit denjenigen übereinstimmend, welche Darwin erhielt. „Welche Unterschiede,“ sagt Schaafhausen, „in Grösse und Bildung des Körpers, im Baue des Kopfes, in Haar und Farbe zeigen nicht die fünfzig Hunderassen, unter denen der chinesische Otterhund sogar eine Schwimmhaut zwischen den Zehen hat! Diese Veränderungen sind grösser als sie zwischen den lebenden und den fossilen Thieren des Diluviums bestehen, und doch glaubt man sich berechtigt, diese als verschiedene Arten anzusehen.“ Oskar Schmidt kommt bei seinen Untersuchungen über die Spongien der Küste von Algier ebenso wie Häckel zu dem Resultate, dass die ganze Naturgeschichte der Spongien absolut für Darwin's Theorie spreche. „Gewiss,“ sagt jener Naturforscher, „ist die von Carpenter nachgewiesene Auflösung einer Menge sogenannter Arten aus Gattungen der Foraminiferen in continuirlich in einander übergehende Formenreihen für

die Wandelbarkeit der Arten überzeugend, allein was die Spongien bieten, übersteigt alles Dagewesene. Es handelt sich bei ihnen nicht bloss, wie bei den Foraminiferen, um den allgemeinen Habitus der Form, um die variable Gruppierung der Kammer-systeme, sondern die Variabilität ist an dem mikroskopischen Detail ebenso und noch specieller vorhanden, als an den gröbereren Bestandtheilen. Bei den Foraminiferen kann man wohl von mikroskopischen Formen, aber nicht eigentlich von mikroskopischen Formbestandtheilen sprechen. In den Spongien aber be-lauschen wir die Umbildung der feineren Formbestandtheile, der Elementarorgane, und dadurch wird die Wandelbarkeit des Gan-zen so durchsichtig. Es verhalten sich in dieser Beziehung die Kalkschwämme etwas anders als die übrigen, und besonders die Kieselschwämme. Bei jenen ist die Variabilität der mikroskopi-schen Theile auf einen kleinen Formenkreis beschränkt, dafür aber der Habitus der Individuenreihen von einer ganz unglaub-lichen Biagsamkeit. Wir vermissen nun zwar diese Biagsamkeit des Gesamtkörpers auch nicht bei den Kieselspongien, wir sehen sie z. B. bei der Gattung *Tedania* Gray, wozu ich aber noch mancherlei hinzuzufügen habe, wie drei eigensinnig zu-sammenhaltende Nadelformen von Triest bis Florida und Island unter der verschiedenartigsten Verkleidung auftraten. Die eine dieser Nadeln neigt aber in einigen Varietäten schon zur Ab-schweifung. Und gerade dieser Punkt, die ins Einzelne zu ver-folgende Umwandlung derjenigen Organe, welche als vermeintlich stabil der Systematik die wesentlichste Grundlage zur Aufstel-lung der Gattungen und Arten zu bieten schienen, hat uns die Untersuchung mancher Partien besonders anziehend gemacht.* Es wird nicht selten darauf hingewiesen, dass die ägyptischen Thiermumien, obgleich ihnen ein Alter von wenigstens 2000 oder 3000 Jahren zukomme, dennoch keinerlei Abweichungen von der heutigen Gestalt dieser Thiere darböten. Indess hat schon Geoffroy Saint-Hilaire bei den Krokodilen sehr er-hebliche Abweichungen der damaligen von der heutigen Form constatiren können. Neuerdings haben die fleissigen Untersuchun-gen Rütimeyer's gezeigt, dass Fuchs, Steinmarder und Iltis

der schweizerischen Pfahlbauten sich rücksichtlich der Zahnbildung sehr wesentlich von ihren heutigen Nachkommen unterschieden. Schleiden hebt sehr richtig hervor, dass wir über das Variiren der meisten Thiere seit Aristoteles und Theophrast absolut Nichts wissen können, weil diese alten Autoren nirgends hinreichend genaue Beschreibungen geben. So ist man fast in den meisten Fällen auf die kurze Spanne Zeit beschränkt, welche seit den Tagen des grossen Linné bis heute verfloss.

Besser berechtigt als der vorhin besprochene Einwurf, scheint die Verwahrung, welche Frohschammer gegen Darwin's Andeutung einlegt, wie aus einem Landthiere einmal ein Wasserthier geworden sein könne, oder wie die Fledermaus aus einem Eichhörnchen sich möge entwickelt haben. Dennoch aber deuten die neuesten Untersuchungen über die Fortpflanzung der Thiere im Larvenzustande an, dass hier keineswegs eine unübersteigliche Schwierigkeit für Darwin vorliegt. Aus derselben Brut des Axolotl (*Siredon pisciformis*) entwickeln sich gekiemte und kiemenlose Thiere innerhalb verschieden langer Perioden und es ist gegenwärtig noch nicht bekannt, was diese Verwandlung bedingt oder hemmt²⁶). Die Untersuchungen der doppelten Entwicklungsformen der in der Fussmuskelmasse der gemeinen Wegschnecke parasitirenden *Leptodera appendiculata*, durch Schneider und Claus, ergab bei reichlicher Nahrungszufuhr, dass die Larvenform sich dauernd und fruchtbar fortpflanzt ohne in die Leptoderenform zurückzufallen. Ob es wie hier, vorzugsweise äussere Umstände sind, welche die Entwicklung einzelner Individuen auf einer bestimmten Stufe fixiren, ist bezüglich des *Siredon* mit voller Sicherheit gegenwärtig nicht zu entscheiden; jedenfalls aber können diese Umstände unter dem Einflusse der Vererbungsgesetze die Hand bieten, um eine Thiergattung in zwei sehr aus einanderstehende zu zerlegen. Wie weit und wie oft solche Möglichkeit sich bis jetzt realisirt hat, dazu bedarf es noch umfassenderer und genauerer Untersuchungen als heute überhaupt vorliegen.

Frohschammer hebt ganz besonders hervor, dass die

erste Ursache der kleinen, vortheilhaften Abänderungen in den organischen Bildungen so gut wie unbekannt sei; es wäre zwar wahrscheinlich, dass sie aus gewissen Modificationen des leicht afficirbaren Reproductionssystems entstehe, allein auch der Grund dieser Afficirbarkeit selbst und wiederum die letzteren bewirkenden Ursachen seien nicht klar zu erkennen und jedenfalls nicht erkannt. Sonach glaubt Frohschammer aussprechen zu müssen, dass das Grundprincip der Darwin'schen Theorie eigentlich der Zufall sei und sie eben dadurch unhaltbar erscheine. Zwar lege Darwin Verwahrung ein gegen die Annahme eines Zufalls, der nur ein Ausdruck für unsere Unwissenheit und Unkenntniss sei, was man auch in gewissem Sinne gelten lassen könne. Zufall im Sinne eines Ereignisses, ohne genügende gesetzliche, wirkende Ursache sei freilich nicht möglich, jedes Ereigniss müsse vielmehr in der Natur eine bestimmte wirkende Ursache haben, und wenn es erfolgt, nach bestimmten Gesetzen erfolgen. Allein dennoch könnten wir mit Recht vom Zufall reden, indem wir darunter Ereignisse verstehen, deren Eintritt wir nicht aus dem bekannten gesetzmässigen Gange der Natur heraus begreifen, deren Grund und Gesetzmässigkeit uns verborgen ist, die wir darum auch nicht als planmässig angelegte erkennen, nicht zu berechnen und vorauszusehen und nicht aus bestimmter Ursache abzuleiten vermögen. Zufall nun in diesem Sinne sei das Entstehen irgend welcher kleinen nützlichen oder schädlichen Abänderungen in den neu entstehenden Organismen, auch wenn sie durch Affectionen des Reproductionssystems entstehen; an diesen Zufall als *deus ex machina* dann schliesse sich erst die nothwendige Wirkung der natürlichen Züchtung; und so hätten wir denn schliesslich ein Grundprincip bei dieser Theorie, das wir eingestandenermaassen in seinem Grunde, seiner Gesetzmässigkeit und Nothwendigkeit, also in seinem eigentlichen Wesen gar nicht kennen und demnach auch nicht wohl zum sicheren Erkenntniss- oder Erklärungsprincip machen können.

Der Naturforscher wird sich leicht über diese Einwürfe trösten und wenn ihre Zurückweisung allein gleichzeitig den

Beweis der Zulässigkeit und Richtigkeit der Darwin'schen Theorie involvirte, so könnte man diesen als gegeben betrachten.

In der That, wenn alles in der Natur als Zufall bezeichnet werden soll, was wir nicht aus dem bekannten, gesetzmässigen Gange der Natur heraus begreifen, dessen Nothwendigkeit und eigentliches Wesen wir gar nicht kennen, was wir nicht berechnen und voraussehen und nicht aus bestimmter Ursache abzuleiten vermögen, so ist sehr viel mehr als das Grundprincip der Darwin'schen Theorie reiner Zufall. Wer kann die Nothwendigkeit eines Nordlichtes demonstrieren oder das Eintreten eines Hagel-schlages vorausberechnen? Wer hat die Berührungs-Elektricität vorausgesehen oder wer kennt heute, von Hypothesen frei, deren Wesen? Wer endlich vermag die Nothwendigkeit der ganzen Erde, des Sonnensystems oder des ganzen Seins zu demonstrieren?

Der Kampf ums Dasein, den Frohschammer angreift, scheint auch von ihm nicht richtig verstanden worden zu sein. Wenn er behauptet, dass manche Geschöpfe gerade um ihrer höheren Vollkommenheit willen den unvollkommneren unterlagen, so ist gar nicht einzusehen, wie dies die Darwin'sche Lehre beeinträchtigen könnte. Dieser Einwurf wurde oben schon zurückgewiesen, indem gezeigt wurde, dass nur dasjenige vollkommen ist was besteht, unvollkommen hingegen was vergeht und zwar sowohl im Reiche der Natur als im Gebiete der schaffenden Gedankenwelt.

Mehr Schwierigkeiten bietet der Einwurf dar, den Frohschammer der Darwin'schen Theorie in seiner Kritik der Augenentstehung macht, wengleich er freilich in der Weise, wie ihn der Münchener Gelehrte formulirt, keineswegs unübersteiglich ist. Wenn Frohschammer behauptet: „Die natürliche Züchtung kann nicht nach vollkommneren Augen streben, sondern sie nur erhalten und benutzen, wenn sie einmal da, also auf irgend eine Weise entstanden sind,“ so steht der erste Theil dieses Satzes im Widerspruche mit dem, was früher von der natürlichen Züchtung zugegeben wurde. Wenn man mit Darwin bis auf einige oder nur eine einzige, sehr niedrige Urform,

analog den Moneren Häkel's, zurückgeht, so liegt die Schwierigkeit weitaus in dem Umstande, dass die natürliche Züchtung erst Augenrudimente schaffen musste. Das Gleiche gilt allerdings auch von allen übrigen Sinnesorganen, überhaupt von allen Theilen des zusammengesetzten thierischen Körpers; aber man möchte eher geneigt sein, die Entstehung des Ohres, der Nase, der Geschmacksorgane auf dem Wege der natürlichen Züchtung zuzugeben, als die Bildung von ersten Anfängen des Sehvermögens oder der Lichtempfindung, wo vordem nichts dergleichen war. Dennoch aber muss man gegenwärtig nach den überaus mühevollen und feinen Untersuchungen von Schultze über den anatomischen Bau der Augen, wodurch die Uebereinstimmung der percipirenden Schicht der wirbellosen und der Wirbelthiere bis ins Feinste nachgewiesen ist, gestehen, dass die Darwin'sche Theorie auch hier keinen unübersteiglichen Schwierigkeiten allem Anscheine nach begegnen wird. Nicht philosophische Speculation, sondern die mikroskopisch-anatomische Untersuchung wird der-einst die Grundlage zu einer das Sehen aller Thiere in gleicher Weise umfassenden Betrachtung und damit zu einer Entscheidung über den hier behandelten Punkt liefern.

Es ist nothwendig, nochmals ausdrücklich an den sehr beklagenswerthen Mangel zahlreicher, mit der grösstmöglichen Sorgfalt angestellter planmässiger Beobachtungen zu erinnern, wenn wir Darwin in seinen Entwicklungen auf das schwierige und dunkle Gebiet folgen, wo er die sogenannte instinctive Thätigkeit gewisser animalischer Wesen auf eine sich vererbende Einwirkung der natürlichen Züchtung zurückzuführen unternimmt. Darwin ist sich der hier entgegretretenden ungemeynen Schwierigkeiten sehr wohl bewusst; er gesteht selbst am Schlusse seiner bezüglichen Untersuchungen, dass die von ihm mitgetheilten Thatsachen seine Theorie in keiner Weise unterstützen, dass sie aber auch nicht im Stande seien sie zu stürzen.

Frohschammer sagt in seiner bereits angeführten Abhandlung: „Die Schwäche der Darwin'schen Argumentation (über die Instincte) zeigen einige Beispiele. Der Kuckuck soll irgend einmal sein Ei in ein fremdes Nest gelegt, den Vortheil,

der ihm daraus entsprang, gemerkt und dies nun öfter oder immer gethan haben; daraus sei die Erblichkeit dieses Verfahrens oder der Instinct entstanden. Frohschammer hat insoweit gewiss Recht, als die Darwin'sche Erklärung hier in ihrem allgemeinen Eindrucke sehr nahe an das Triviale streift. Allein, so darf man fragen, ist es schwieriger, die Thatsache zu erklären, dass der Kuckuck in Europa kein Nest baut, als das entgegengesetzte Factum, dass die anderen Waldvögel immer Nester und zwar nach ganz bestimmten typischen Schablonen bauen? Will man nicht annehmen, dass jedem einzelnen Thiere seine instinctive Thätigkeit bei seiner Entstehung anerschaffen wurde — wobei denn die Naturforschung ihr Ende gefunden hat — so muss man zugeben, dass sie ererbt wird. Wenn es ferner eine nicht zu bezweifelnde Thatsache ist, dass der amerikanische Kuckuck sein eigenes Nest baut, so bleibt nur die Alternative: entweder hat der europäische den Nestbau aus irgend welchen Gründen vor Zeiten eingestellt, oder aber der amerikanische diese Fähigkeit gewonnen²⁷⁾. In beiden Fällen aber sehen wir eine Vererbung der instinctiven Thätigkeit. Inwieweit und ob der Kuckuck selbst einen Vortheil dabei bemerkt hat, kann ganz gleichgültig bleiben und entzieht sich übrigen auch jeder wissenschaftlichen Discussion. Bezüglich der Vererbung der Instincte bemerkt Häkel sehr richtig²⁸⁾, dass bei den Jagdhunden, Schäferhunden und anderen Hausthieren die Voreltern diese Instincte erst durch Anpassung erworben hatten, die nun auf die Nachkommen übergingen. „Sie sind,“ sagt Häkel weiter, „den angeblichen »Erkenntnissen a priori« des Menschen zu vergleichen, die ursprünglich von unseren uralten Vorfahren (gleich allen anderen Erkenntnissen) »a posteriori« durch sinnliche Erfahrung erworben wurden.“

Das, was man allgemein als Instinct bezeichnet, ist wahrscheinlich nichts anderes als vererbte Gewohnheit, die, weil vortheilhaft, sich im Kampfe ums Dasein erhielt und auf die Nachkommen überging. Nach sehr langen Zeitperioden lässt sich freilich der leitende Faden nur in den wenigsten Fällen bis zu seinem Ausgangspunkte verfolgen. Veränderte äussere Um-

stände können gewisse Instincte im Laufe der Zeiten überflüssig machen, weil nicht mehr von besonderen Vortheilen begleitet. Sie vererben sich dann doch noch während gewisser Zeitperioden, erlöschen aber allmählig. Auch können gewisse Instincte unter Umständen schädlich, ja den späteren Nachkommen verderblich werden, während sie den Urahnen im Kampfe ums Dasein nützten. Ein Beispiel hierzu bietet eine Beobachtung von Wallace. Dieser berühmte Reisende sah auf seinen Reisen im Ostindischen Archipel einen frisch gefällten Baum, der von Schwärmen kleiner, cylindrischer Bohrkäfer besucht wurde. Dieselben gruben sich nach ihrer Gewohnheit über den Kopf in den Baum ein. Ihr Instinct hatte sie indess diesesmal irre geleitet, indem der Baum einen klebrigen, an der Luft erhärtenden Saft ausschwitzte, der die Thiere gefangen hielt und tödtete. Würde sich diese Baumart auf der betreffenden Insel aus irgend welchem Grunde beträchtlich vermehren, so würde in demselben Maasse die Zahl der genannten Bohrkäfer abnehmen müssen, ja letztere könnten auf jenem Eilande ganz erlöschen und zwar nur deshalb, weil ihr Instinct unter den veränderten Verhältnissen zu ihrem Verderben gereichte.

Sehr richtig bemerkt Henry Maudsley²⁹⁾: „Es wird heutzutage nur Wenige mehr geben, die es in Abrede stellen, dass bei jedem Acte der Seelenthätigkeit eine entsprechende Veränderung in dem materiellen Substrat stattfindet, dass jeder seelische Vorgang das Resultat, gleichsam die handgreifliche Offenbarung irgend einer vitalen, sei es nun molekularen oder chemischen Veränderung in den nervösen Elementen des Gehirns darstellt.“ Dass solche molekulare oder chemische Veränderungen in dem Zustande irgend eines Theils des Gehirns, wenn sie andauern oder sich immerfort wiederholen, schliesslich sich wenigstens theilweise vererben werden, ist unbestreitbar, und man kann zugeben, dass in diesem Falle umgekehrt die Veränderung auf die Seelenthätigkeit rückwirken könnte. Es wird nicht behauptet, dass die Thatsachen sich in dieser Weise vollziehen müssen, sondern nur dass dies möglich, vielleicht sogar wahrscheinlich ist. Die Aeusserungen der eigentlich sogenannten

Seelenthätigkeit sind aus dem nämlichen Grunde, wie die Erscheinungen dessen, was man Instinct nennt und was jenen nahe verwandt ist, bis jetzt noch so wenig wissenschaftlich ergründet, weil man sein Augenmerk bloss auf die complicirtesten Phänomene richtete, statt das Studium mit den einfachsten zu beginnen. Die Erscheinung, dass acephale Missgeburten, denen man bei Abwesenheit des Gehirns nothwendig jedes Bewusstsein absprechen muss, Bewegungen ausführen, saugen, schreien, ist nach meiner Ansicht lediglich auf Vererbung zurückzuführen; die Bewegung ist, wie Maudsley sagt, die Folge einer angeborenen Constitution der nervösen Organe, einer angeerbten Begabung der Nervencentra. Dass complicirtere Thätigkeiten, gewissermaassen solche höherer Ordnung, z. B. das Sprechen, nicht ohne weiteres durch Anerbung übertragen werden können, ist eben wegen der Complicirtheit begreiflich, aber die Rudimente derselben und das, was man Talent zum Sprachstudium nennt, vererben sich häufig ebenso wie die Fähigkeit zur Ausführung technisch schwieriger Musikpiècen. Es verhält sich hiermit ziemlich analog wie mit der Thätigkeit Epileptischer, die bei vollkommen aufgehobenem Bewusstsein bisweilen ununterbrochen fortgesetzt wird. Ich will in dieser Beziehung nur einen einzigen merkwürdigen Fall mittheilen, den Trousseau berichtet. Ein junger Musiker, der mit vertigo epileptic. behaftet war, wurde oft während des Violinspielens von 10 bis 15 Minuten dauernden Anfällen heimgesucht. Obgleich er während dieser Zeit vollkommen bewusstlos war und den, der ihn begleitete, weder sah noch hörte, so fuhr er doch während des ganzen Anfalles zu spielen fort. Das Vermögen gewisser Körpertheile, automatisch Bewegungen auszuführen, von deren Nothwendigkeit zum Bewusstsein keine Spur gelangt, beschränkt sich durchaus nicht auf die einfachsten und niedrigsten Thätigkeiten. „Denn wenn ein Act nach öfterer Ausführung uns nicht leichter würde, wenn jedesmal zu seiner Ausführung die sorgfältige Leitung des Bewusstseins erforderlich wäre, so brächten wir höchstens eine oder zwei Handlungen während unseres ganzen Lebens zu Stande, es wäre eine höhere Entwicklung undenkbar. Ein Mann hätte vollauf damit zu thun,

sich täglich an- und auszukleiden“ (Maudsley a. a. O. p. 71). „Ein grosser Theil der Kette unserer täglichen Gedanken und Handlungen erweckt nie unsere Aufmerksamkeit. Nachdem wir sie zuerst mit Bewusstsein uns angeeignet hatten, sind sie jetzt automatisch geworden. Menschen, die gewohnt sind, mit sich selbst zu sprechen, wissen gewöhnlich gar nicht, dass sie sprechen, und doch bilden sie sowohl associirte Vorstellungen als associirte Bewegungen“ (a. a. O. p. 118).

So weit alle solche Erscheinungen durch körperliche Zustände bedingt werden, muss man zugeben, dass sie erblich übertragbar sind, ebenso wie der Wahnsinn oder der Blödsinn in gewissen unglücklichen Familien. Zuletzt werden jene Anomalien bei stetiger Vererbung in ihren physischen Aeusserungen gerade das, was man Instinct nennt.

Anmerkungen.

1) Darwin hat in der Vorrede zu der von Bronn besorgten Ausgabe seines Buches in deutscher Sprache eine kurze Skizze von der Entwicklung der Meinungen über den Ursprung der Arten gegeben. Eine Vervollständigung und Ergänzung dieser Aufzählung findet sich bei Häkel, Natürl. Gesch. d. Schöpf. S. 80 u. ff. Dieser Aufzählung wäre noch vervollständigend hinzuzufügen, dass bereits 1845 in einer kleinen Schrift »Die periodisch wiederkehrenden Eiszeiten und Sündfluthen« von W. von Bruchhausen, Ideen geäußert und zu begründen gesucht wurden, welche mit den später von Unger, V. Carus, Schaaffhausen unter Anderen ausgesprochenen und von Darwin consequent weiter verfolgten Anschauungen die grösste Aehnlichkeit besitzen.

2) Vergl. die beiden Werke Darwin's: Ueber die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzenreiche durch natürliche Züchtung. Deutsch von Bronn, und: Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. 2 Bde. Deutsch von V. Carus. Stuttgart 1868.

3) J. Lamarck, Philosophie zoologique, ou Exposition des Considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux. 2 vls. Paris 1809.

4) Darwin, Entst. d. Art. Deutsch von Bronn. S. 142.

5) A. a. O. S. 143.

6) A. a. O. S. 146 u. ff.

7) A. a. O. S. 147.

8) A. a. O. S. 148.

9) Ztschft. f. d. gesammten Naturwissenschaften Bd. XXXIV, S. 256. Schlesischer Jahresbericht 1868, S. 22 u. ff.

10) Vergl. hierüber die einzelnen Bände des Bulletins de l'Acad.

démie royale de Belgique. In den Instructions pour l'observation des Phénomènes périodiques sagt Quetelet: »Les phases de l'existence du moindre puceron, du plus chétif insecte sont liées aux phases de l'existence de la plante qui le nourrit; cette plante elle-même, dans son développement successif, est en quelque sorte le produit de toutes les modifications antérieures du sol et de l'atmosphère. Ce serait une étude bien intéressante que celle qui embrasserait à la fois tous les phénomènes périodiques soit diurnes, soit annuels; elle formerait à elle seule une science aussi étendue qu'instructive.«

11) Die Untersuchungen von de Gasparis haben ferner das bemerkenswerthe Resultat ergeben, dass die verschiedenen Getreidesorten an denjenigen Orten korn- und strohreicher sind, wo die Temperatursumme, welche zum Reifen erforderlich, die höchste ist, im Gegensatze zu jenen Gegenden, wo eine geringere Erwärmung in kurzer Zeit hinreicht, die betreffenden Pflanzen zum Reifen zu bringen. Vergl. de Gasparis, Influence de la chaleur sur les progrès de la végétation. Compt. rend. XL, p. 1089—1097.

W. Lachmann hat nach 30jährigen Beobachtungen an 24 Pflanzen Untersuchungen über die Vegetationsentwicklung und ihre Abhängigkeit von einzelnen klimatischen Einflüssen angestellt. Er gelangt zu dem Resultate, dass man sich die Pflanzenevolution nicht lediglich von der Ausdehnung und Zusammenziehung der Zellen, Zellengruppen und Säfte durch Einwirkung der zu- und abnehmenden Wärme zu denken habe; sondern dass man sich die Pflanze als eine organisirte Maschine vorstellen müsse, in welcher die bekannten Agentien chemisch vitale Prozesse hervorrufen, wodurch eben die Entwicklung bewirkt werde. Vergl. Jahresbericht d. schlesisch. Gesellschaft für vaterl. Cultur 1855, S. 32 u. ff.

Es ist hier noch der Ort, des mächtigen Einflusses der Temperatur auf die physiologische Entwicklung des Embryos zu gedenken. Die so selten auftretende Umlagerung der Eingeweide kann, wie Daresté nachgewiesen, bei den Vögeln dadurch künstlich hervorgerufen werden, dass man bei ziemlich niedriger Lufttemperatur das Ei nur an einem einzigen Punkte seiner Oberfläche erwärmt. Diese künstliche Verlegung des Herzens an die rechte, der Leber an die linke Seite, gehört zu den merkwürdigsten Entdeckungen der neuesten Zeit und correspondirt in Beziehung auf ihre physiologische Wichtigkeit mit der Entdeckung Voit's, dass der abgetragene Gehirntheil einer jungen Taube nach fünf Monaten wieder nachzuwachsen und das

Thier in seinen normalen Zustand zurückzukehren begann. Vergl. Comptes rendus 1868, Sitzung vom 24. August.

¹²⁾ Kölliker, Ueber die Darwin'sche Schöpfungstheorie in der Ztschft. f. wissensch. Zoologie, Bd. 14, S. 174 u. ff.

¹³⁾ Vergl. Hilgendorf's Untersuchungen im Julihefte der Monatsberichte d. Pr. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1866; Quenstedt, Hdbch. d. Petrefactenkunde, 2. Aufl. S. 490; Cotta, Geologie der Gegenwart S. 201.

¹⁴⁾ Schmarda, Verbreitung d. Thiere in Behm's Jahrbuch 1868, S. 224.

¹⁵⁾ Kölliker, in der Ztschrft. f. wissensch. Zoologie, Bd. 14, S. 177.

¹⁶⁾ Murray, the geographical Distribution of Mammals. London 1866.

¹⁷⁾ Perier, Essai sur les croisements ethniques in den Mémoires de la société d'Anthrop. 1861, Livr. 1 u. 2.

¹⁸⁾ Bulletin de la Soc. d'Anthr. 1860, T. I. 2. p. 255.

¹⁹⁾ Darwin, Entst. d. Art. v. Bronn, S. 286.

²⁰⁾ Athenäum Bd. I. Hft. 3. S. 439—530.

²¹⁾ Kerner, Cultur der Alpenpflanzen. Innsbruck 1864.

²²⁾ Fabre, Des Aegilops du midi de la France. Vergl. Verhdlg. d. naturh. Vereins der pr. Rheinl., X. Jahrgang, S. 152 u. ff. Vergl. auch Comptes rendus, Vol. 47, pag. 124—126.

²³⁾ Uebersicht der Arbeiten der schlesischen Gesellschaft f. vaterl. Cultur 1839, S. 127 u. ff.

²⁴⁾ Behm's Jahrbuch II. Bd. 1868, S. 257.

²⁵⁾ Schaaffhausen, Ueber Beständigkeit und Umwandlung der Arten in d. Verhdlg. d. naturh. V. d. pr. Rhld., X. Jahrg. S. 420 u. ff.

²⁶⁾ Häkel, Natürl. Geschichte d. Schöpfung, S. 192.

²⁷⁾ Soeben bringt übrigens die Zeitschrift »Der zoologische Garten« die Mittheilung, dass der europäische Kuckuck bisweilen brütet, wie dies von einem zuverlässigen Beobachter constatirt worden ist.

²⁸⁾ Häkel, a. a. O. S. 530.

²⁹⁾ Maudsley, Die Physiologie und Pathologie der Seele. Deutsch von Böhm. Würzburg 1870. S. 38.

Die Vertheilung der Organismen auf der Erdoberfläche.

Wir haben gesehen, wie es bei Darwin hauptsächlich das Princip der natürlichen Zuchtwahl ist, das im Kampfe ums Dasein die Entstehung neuer Arten, überhaupt die Differenzirung der Organismen an der Erdoberfläche hervorruft, und wie es, dieses Princip bis zu genügenden Grenzen ausgedehnt, möglich ist, die Entstehung der Arten durch allmälige Abzweigung von gewissen supponirten Grundformen zu begreifen. Sehen wir nunmehr zu, wie es aus den Gesichtspunkten Darwin's mit der Vertheilung der Arten bestellt ist.

„Bei Betrachtung der Verbreitungsweise der organischen Wesen über die Erdoberfläche,“ sagt Darwin'), „besteht die erste wichtige Thatsache, welche uns in die Augen fällt, darin, dass weder die Aehnlichkeit, noch die Unähnlichkeit der Bewohner verschiedener Gegenden aus klimatischen und aus physikalischen Bedingungen erklärbar ist. — Als zweite allgemeine Thatsache fällt uns auf, dass Schranken verschiedener Art oder Hindernisse freier Wanderung mit den Verschiedenheiten zwischen Bevölkerungen verschiedener Gegenden in engem und wesentlichem Zusammenhange stehen. — Eine dritte grosse Thatsache, zum Theil in den vorigen mitbegriffen, ist die Verwandtschaft zwischen den Erzeugnissen eines nämlichen Festlandes oder Weltmeeres, obwohl die Arten verschiedener Theile und Standorte desselben verschieden sind. — Wir erkennen in diesen Thatsachen ein

tief liegendes organisches Band, in Zeit und Raum vorherrschend über gegebene Land- und Wasserflächen, unabhängig von ihrer natürlichen Beschaffenheit. Der Naturforscher müsste nicht sehr wissbegierig sein, der sich nicht versucht fühlte, näher nach diesem Bande zu forschen.“

„Dieses Band besteht nach meiner Theorie lediglich in der Vererbung²⁾, derjenigen Ursache, welche allein, soweit wir Sicheres wissen, gleiche oder ähnliche Organismen, wie die Varietäten sind, hervorbringt. Die Unähnlichkeit der Bewohner verschiedener Gegenden wird der Umgestaltung durch natürliche Züchtung und, in einem ganz untergeordneten Grade, dem unmittelbaren Einflusse äusserer Lebensbedingungen zuzuschreiben sein. Der Grad der Unähnlichkeit hängt davon ab, ob die Wanderung der herrschenderen Lebensformen aus der einen Gegend in die andere rascher oder langsamer in späterer oder früherer Zeit vor sich gegangen; er hängt von der Natur und Zahl der früheren Einwanderer, von deren Wirkung und Rückwirkung im gegenseitigen Kampfe ums Dasein ab, indem, wie ich schon oft bemerkt habe, die Beziehung von Organismus zu Organismus die wichtigste aller Beziehungen ist. Bei den Wanderungen kommen die oben erwähnten Schranken wesentlich in Betracht, wie die Zeit bei dem langsamen Prozesse der natürlichen Züchtung. Weit verbreitete und an Individuen reiche Arten, welche schon über viele Mitbewerber in ihrer eigenen ausgedehnten Heimath gesiegt, werden beim Vordringen in neue Gegenden die beste Aussicht haben, neue Plätze zu gewinnen. Unter den neuen Lebensbedingungen ihrer späteren Heimath werden sie häufig neue Abänderungen und Verbesserungen erfahren; sie werden den anderen noch überlegener werden und Gruppen abändernder Nachkommen erzeugen. Aus diesem Princip fortschreitender Vererbung mit Abänderung ergibt sich, wie es zugeht, dass Untersippen, Sippen und selbst ganze Familien, wie es so gewohnter und anerkannter Maassen der Fall ist, auf gewisse Flächen beschränkt erschienen.“

Moritz Wagner findet, dass hier wie überhaupt bei den Entwicklungen Darwin's, der Migration eine viel zu geringe

Bedeutung beigelegt werde, während sie doch thatsächlich von dem allergrössten Einflusse sei. „Ich glaube,“ sagt der Münchener Akademiker⁸⁾, „dass Darwin's Transmutationstheorie noch eine wesentliche Lücke enthält und dass zu einer befriedigenden Erklärung derselben noch ein anderes, wichtiges Naturgesetz gehört, welches ich das Migrationsgesetz der Organismen nennen will. Das Darwin'sche Buch giebt uns keinen bestimmten Aufschluss, weder über die äussere Ursache, welche zu einer Steigerung der gewöhnlichen, individuellen Variabilität, also zur beginnenden Zuchtwahl den ersten Anstoss giebt, noch über die Bedingung, welche neben einem gewissen Vortheil in der Concurrrenz des Lebens die Erhaltung der neuen Merkmale nothwendig macht. Diese Bedingung erfüllt nach meiner Ueberzeugung nur allein die freiwillige oder passive Wanderung der Organismen und die von den geographischen Verhältnissen wesentlich abhängige Bildung isolirter Colonien, welche unter günstigen Umständen die Heimath neuer Species begründen.“

Diesen Einfluss des »Migrationsgesetzes« weist nun Wagner an einer Reihe von Beispielen specieller nach. Er zeigt, wie für Arten mit sehr limitirter Beweglichkeit schon schmale Schranken eine scheidende Grenze bilden; wie eine bestimmtere und ausgedehntere Artentrennung durch Hochgebirge stattfindet u. s. w. Die von Wagner gegebenen Beispiele liessen sich übrigens noch sehr leicht vermehren. Man könnte beiläufig an die ausserordentlich kleinen Verbreitungsbezirke vieler Thiere auf manchen, selbst sehr nahe aneinander liegenden Südseeinseln erinnern. In Südamerika kommen verschiedene Affen in scharf geschiedenen Bezirken vor, die nur durch Flüsse getrennt sind⁴⁾, und eine ähnliche Localisirung ist durch die in vielen Beziehungen so überaus wichtige Reise, die Agassiz an den Amazonenstrom unternommen, für die Fische dieses ungeheuren Süsswassermeeeres nachgewiesen worden. Der ausgezeichnete Forscher W. Bates ist bezüglich der Insecten in dem 600 Meilen langen Flussthale des Amazonenstromes zu analogen Resultaten gelangt⁵⁾. Wallace bemerkt, dass die Insel Morotai nordöstlich von Dschilolo

bezüglich ihrer Fauna recht bemerkenswerthe Unterschiede mit letzterer darbiete. Man kennt dort gegenwärtig 56 Arten Landvögel, von denen ein Königsfischer (*Tanysiptera doris*), ein Honigsauger (*Tropidorhynchus fuscicapillus*), und ein grosser, krähenähnlicher Staar (*Lycocorax morotensis*) ganz verschieden von den verwandten Arten Dschilolo's sind. Die Insel ist korallenisch und sandig und sie muss schon in sehr entlegener Zeit von Dschilolo getrennt worden sein. Gleichzeitig ergibt sich aber auch, dass eine Meeresstrasse von 25 englischen Meilen Breite bisweilen genügen kann, um die Verbreitungssphäre von Vögeln, die eine bedeutende Flugkraft besitzen, zu hemmen.

Die Bildung einer neuen Varietät, oder nach Darwin, einer beginnenden Art, wird im Sinne der Wagner'schen Annahme nur da eintreten können, wo einzelne Individuen, indem es ihnen unter ausnahmsweisen Bedingungen gelingt, die Schranken ihrer gewöhnlichen Verbreitungssphäre zu überschreiten, — sich von ihren Artgenossen lange Zeit hindurch räumlich absondern. Wo zahlreiche Individuen der gleichen Art beständig nachrücken, wird durch unablässige Durcheinanderkreuzung die Entstehung einer neuen Art gefährdet. „Die Existenz zahlloser Mittelformen“⁶⁾ darf man aber keineswegs erwarten, wenn bei Isolirung ausgewanderter Individuen die Zuchtwahl unter dem Einflusse veränderter Lebensbedingungen in einer bestimmten Richtung fortwirkt. Bei ungestörter isolirter Züchtung der Colonisten müssen die organischen Veränderungen, welche sich stets den umgebenden Verhältnissen anzupassen trachten, durch eine Reihe von Generationen sich nothwendig summiren. Viele Mittelformen können sich nur da erhalten, wo der neue Standort der Colonisten nicht durch natürliche Schranken oder grosse räumliche Entfernungen gegen häufige Invasionen älterer Stammgenossen geschützt ist. Finden solche Invasionen nur selten und in geringer Zahl statt, dann wird die Varietät oder beginnende Art in ihrer Bildung — besonders wenn letztere schon weit genug vorgeschritten ist — nur wenig gestört werden.“ Wagner bringt eine Reihe von Beispielen, welche in der That den Einfluss der von ihm hervorgehobenen zeitweisen Trennung

der Artgenossen sehr instructiv zeigen. Wo der Hund z. B. Hausthier ist, war es dem Menschen leicht, eine ungeweine Formverschiedenheit der Hunderassen zu erlangen, weil er deren Zuchtwahl in der Hand hatte. Im türkischen Asien hingegen, wo die religiöse Anschauung verbietet, den Hund, als unreines Thier, ins Haus aufzunehmen, macht die ungehinderte Paarung nicht nur die Bildung neuer Rassen, sondern auch die Erhaltung importirter fremder Rassen unmöglich. Der gleiche Fall wiederholt sich im tropischen Amerika, wo das Klima den Menschen veranlasst, die Hunde frei umherlaufen zu lassen. Die Gewohnheit der nächtlichen Wanderungen der Katzen ist die Hauptursache, weshalb es niemals gelungen ist, verschiedene Katzenrassen zu züchten. Wagner meint, dass auch der Mensch in seinen ersten Entwicklungsperioden unter dem Einflusse des Migrationsgesetzes und bei der grösseren Möglichkeit vollständiger Isolirung sich leicht aus einer einzigen Stammrasse in die verschiedenen Unterrassen abändern konnte. Ueberhaupt formulirt der Münchener Gelehrte seine Ansichten über die Entwicklung der Organismen in folgenden Sätzen:

1. Je grösser die Summe der Veränderungen in den bisherigen Lebensbedingungen ist, welche vereinzelt Individuen beim Einwandern in einem neuen Gebiet fanden, desto intensiver muss die jedem Organismus innewohnende individuelle Variabilität sich äussern.
2. Je weniger die mit dieser gesteigerten individuellen Veränderlichkeit beginnende Zuchtwahl durch die Vermischung zahlreicher nachrückender Einwanderer derselben Art, oder durch die Concurrenz mit anderen sehr nahe verwandten Arten gestört wird, desto häufiger wird der Natur die Bildung einer neuen Varietät (Abart oder Rasse), d. h. einer »beginnenden Art« gelingen.
3. Je vortheilhafter für die Abart die in den einzelnen Organen erlittenen Veränderungen sind, je besser letztere den umgebenden Verhältnissen sich anpassen, und je länger die ungestörte Inzucht einer beginnenden Varietät von Colonisten in einem neuen Territorium ohne Mischung

mit nachrückenden Einwanderern derselben Art fort-dauert, desto häufiger wird aus der Abart eine Art entstehen.“

Fasst man alles vorhin Gesagte zusammen, so ist es wohl möglich, dass die Darwin'sche Theorie ausreicht, um die Vertheilung der Organismen an der Erdoberfläche zu erklären, besonders wenn man mit Forbes und Murray annimmt, dass die Einwanderungen in die späteren Gebiete, durch einst bestandene Continente und Inseln, gleichsam wie durch natürliche Brücken wirksam unterstützt wurden. Darwin ist freilich dieser letzteren Ansicht nicht und die Gründe, welche er zur Motivirung seiner Meinung beibringt, haben Mancherlei für sich. Murray glaubt auch, dass die Migration nach Darwin (durch Luft- und Meeresströmungen, durch Ueberführen anderer Thiere, durch Treibholz etc.) die auf den sicheren Agentien des Erdenlebens und der Organe der Locomotion beruhe, den Vorzug verdiene, wenn nicht das Bedenken entgegenstände, dass eine Einwanderung einzelner Individuen oder in zu kleiner Zahl fruchtlos bleibe ⁷⁾. Inwieweit dieses letztere Bedenken gegründet ist, liesse sich nur durch eine sehr in Einzelheiten gehende Untersuchung mit einiger Wahrscheinlichkeit entscheiden. Wir unsererseits gelangen zu dem Resultate, dass neben den von Darwin herbeigezogenen Ursachen auch diejenigen Umstände, welche Forbes und Murray anführen, wenngleich diese letzteren in untergeordneterem Grade, wirksam waren, um diejenige Vertheilung der Organismen an der Erdoberfläche hervorzubringen, welche wir gegenwärtig finden ⁸⁾.

In welcher Weise das periodische Auftreten grosser Kälteperioden oder der sogenannten Eiszeiten auf die geographische Vertheilung der Organismen, besonders der pflanzlichen, eingewirkt, hat Darwin in der neuesten Auflage seines Werkes über die Entstehung der Arten mit hinreichender Ausführlichkeit geschildert, so dass es vollkommen überflüssig erscheint, hier darauf zurückzukommen.

Von der Darwin'schen Theorie ausgehend, erklärt sich die so überaus verschiedenartige, aber immer durch Armuth der

Arten charakterisirte Fauna und Flora der Inseln ungezwungen, ja die organische Bevölkerung giebt dann wichtige und sichere Resultate über die Vertheilung des Starren und Flüssigen gewisser Regionen in vergangenen Epochen. Dieser Weg ist in der neuesten Zeit mit Glück vielfach eingeschlagen worden, um den anfänglichen Zusammenhang gegenwärtig getrennter Inseln und Continente, die geographische Lage längst versunkener Festländer, zu erforschen. Man darf der heutigen Wissenschaft Glück wünschen zu solchen Resultaten, aber der Forscher muss sich stets wieder daran erinnern, dass er hier auf einem Gebiete arbeitet, wo täuschende Analogien vorzugsweise leicht zu den grössten Trugschlüssen verleiten und weit ab von der Erkenntniss der Wahrheit zu führen vermögen.

Anmerkungen.

1) Die Entstehung d. Arten. Deutsch von Bronn. S. 353.

2) A. a. O. S. 357.

3) M. Wagner, Die Darwin'sche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen. Leipzig 1868, S. 4. Uebrigens ist die Bedeutung der Umstände, auf welche Wagner den Hauptnachdruck legt, keineswegs von Darwin übersehen worden, wie der Münchener Gelehrte zu glauben scheint. Viele Stellen in Darwin's Buche über die Entstehung der Arten beweisen dieses.

4) Man sehe A. Wallace, Narrative of Travels on the Amazon and Rio Negro. London 1853.

5) W. Bates, Contributions to an Insect Fauna of the Amazon Valley. Lepidoptera. Heliconidae. Transact. Linnean soc. of London XXIII, p. 495 u. ff. Doch macht der scharfsinnige Forscher auch darauf aufmerksam, dass die Einwirkung physikalischer Verhältnisse keineswegs immer allein ausreicht, den Ursprung der Localvarietäten zu erklären; ebenso könnten jene Rassen aber auch nicht durch Zufall in einer Generation oder durch einmaliges Variiren in jedem einzelnen Falle entstanden sein. Bates ist daher geneigt, anzunehmen, dass hier noch andere Umstände wirksam seien, die, in bestimmten Richtungen thätig, schliesslich Formen producirten, die von ihren Stammeltern und Schwesterformen gleich auffallend sich unterschieden. In dieser Beziehung seien die insectivoren Thiere von grösster Bedeutung, welche allmählig gewisse Spielarten und Varietäten vertilgten.

6) Wagner a. a. O. S. 41.

7) Man vergleiche den geistvollen Artikel Schmarda's in Behm's Jahrbuch II, S. 226 u. ff.

8) Leider sind unsere Kenntnisse von der geographischen Vertheilung der Organismen insofern äusserst mangelhaft, als wir von den Organismen in der Tiefe des Meeres und ihrer Vertheilung nur wenig Genaueres wissen. Milne Edwards glaubt, dass man dereinst aus den tieferen Regionen des Meeres noch manche Arten heraufheben werde, die gegenwärtig als ausgestorben bezeichnet werden. Diese Meinung stützt sich auf eine sorgsame Untersuchung von Mollusken aus Tiefen von 1000 bis 1500 Faden, welche mit fossilen Arten der jüngsten Formationen identisch sind. Vergl. Comptes rendus 1861. LIII, p. 88, und Annales nat. hist. VIII, p. 270. Gwyn Jeffreys hat (Ann. nat. hist. VIII, p. 297) aus der Verbreitung der Mollusken in der Nordsee und den angrenzenden Meeren den Schluss gezogen, dass der nördlichere Theil des Meeres zwischen England und Skandinavien erst nach der Eiszeit entstanden sei, sowie dass überhaupt ein Theil von Nordamerika in einer verhältnissmässig neuen Epoche mit Europa verbunden war. Dies ist übrigens schon aus anderen Gründen sehr wahrscheinlich, doch glaubt R. M'Andrew (Ann. hist. nat. VIII, p. 433), dass die Vertheilung der Mollusken hierfür nichts beweise, vielmehr seien für diese in den europäischen Meeren fünf verschiedene Provinzen anzunehmen: a) die arktische, b) die subarktische bis 55° N. Br., c) die keltische bis zum Busen von Viskaya, d) die kantabrische oder lusitanische an der Nordküste Spaniens und der Westküste Portugals, e) die mittelländische an den spanischen und portugiesischen Küsten bis Cap Vincent und längs der atlantischen Küste von Marokko. Nach den Untersuchungen von Jeffreys finden sich mehrere Arten (*Axinus ferruginosus*, *Poromya granulata*, *Neaera abbreviata*, *costellata*, *Cylichna acuminata*) gleichzeitig bei den Hebriden und im Mittelmeere, fehlen dagegen den zwischenliegenden Meeren ganz (Ann. nat. hist. 18, p. 387). Die merkwürdigen Resultate der Schleppnetzuntersuchungen in den Meeresregionen nördlich von den britischen Inseln, welche Carpenter und Thomson ausgeführt haben, und über die sich in den Proceedings of the Royal Society 1868, No. 107 ein vorläufiger Bericht findet, lassen klar das Fragmentarische unseres Wissens über das Leben in den Tiefen des Oceans erkennen. Man darf kühn behaupten, dass sich an die Fortsetzung und Ausdehnung

analoger Sondirungen das höchste wissenschaftliche Interesse, eine Menge von Entdeckungen und mannigfache Berichtigungen bisheriger irrthümlicher Ansichten knüpfen werden.

»Die Gesamtergebnisse der neueren Untersuchungen mittels des Schleppnetzes,« sagt W. B. Carpenter, »haben die Richtigkeit jenes Schlusses bewiesen, den bereits früher D. Wallich aus beschränkteren Resultaten gezogen hatte: dass in Tiefen, welche bisher allgemein für azorisch oder von Thieren eines sehr niedrigen Typus bewohnt galten, eine mannigfaltige und reiche submarine Fauna existire. Ebenso wurde auch der vollkommene Gegenbeweis gegen jene Ansicht geliefert, welche D. Wallich mit aller Macht bekämpfte: dass ein gewisser hydrostatischer Druck höheren Formen des animalischen Lebens nachtheilig, ja für dieselben gradezu vernichtend sein müsse.« — »Wir waren im Rechte, auf Grundlage der von Milne Edwards am mittelländischen Kabel und der von M. Sars jun. mittels des Schleppnetzes gemachten Erfahrungen die vertrauensvolle Erwartung auszusprechen, dass die systematische Untersuchung des Meeresgrundes in weit grösseren Tiefen als solche, die in der Nähe der Küste vorkommen, über manche Formen des animalischen Lebens Licht verbreiten werde, die entweder ganz neu in der Wissenschaft sind oder bisher nur auf bestimmte Localitäten beschränkt oder bloss früheren geologischen Epochen angehörig gedacht wurden. Ein und derselbe Zug mit dem Schleppnetze brachte an einer gewissen Localität Exemplare von höchstem Interesse zum Vorschein, welche jeder dieser erwähnten Kategorien angehörten.« — »Eine allgemeine Vergleichung der Faunen mit verschiedenen Localitäten, welche wir zu untersuchen Gelegenheit hatten, scheint den Schluss zu gestatten, dass die Vertheilung des maritimen animalischen Lebens abseits von der Küstenzone mehr von der Temperatur als von der Tiefe des Wassers abhängt. So bemerken wir ein Vorherrschen nordbritischer Typen nicht bloss an der südlichen, sondern auch an der nördlichen Seite jenes tiefen Thales, welches die Faröer Bänke von der Küste Schottlands trennt, sowie in der warmen Region des Thales selbst; ferner sehen wir bis ungefähr in die Breite der Faröer eine geringe Beimengung ausschliesslich skandinavischer und borealer Formen, hingegen die Anwesenheit einer grösseren Menge derselben an der seichten Bank, die sich in der kalten Strömung befindet, eine noch grössere Zahl borealer Formen in den tieferen und kälteren Gewässern dieser Strömung, und (im schlagenden Gegensatze hierzu) beobachten wir

wenige Meilen davon entfernt in gleicher Tiefe, aber in der warmen Region, das Vorhandensein von Formen, welche bisher bloss als Bewohner wärmerer, gemässiger Meere bekannt waren. Alles dies zeigt die innige Verwandtschaft zwischen geographischer Vertheilung und Temperatur.« — »Die Resultate unserer Untersuchungen bestätigen vollkommen alle auf Grundlage früherer Sondirungen gemachten Angaben über das Vorhandensein eines sehr ausgedehnten Stratum kalkigen Schlammes auf dem Grunde des nordatlantischen Oceans, welcher zum Theil aus lebendigen Globigerinen, zum Theil aus zerriebenen Schalen früherer Generationen besteht, zum Theil aus den Coccolithen des Professor Huxley und den Cocosphären des Professor Wallich nebst einer wechselnden Beimengung anderer Bestandtheile zusammengesetzt ist. Sie deuten ferner darauf hin, dass das Vorwiegen dieses Depositums mit einer Temperatur des Seebodens von 45 ° F. und mehr in Verbindung stehe, welche nördlich von lat. 56 ° wohl nur dem Einflusse des Golfstroms zuzuschreiben ist.« (Jahrbuch d. k. k. geolog. Reichsanstalt XXI, S. 451 u. ff.)

Die Schleppnetzuntersuchungen von Carpenter und Thomson haben die früheren Schlüsse Huxley's bestätigt, dass die Coccolithen und Cocosphären in einem lebenden Stratum von protoplasmatischer Substanz eingebettet sind, das wegen seiner Formlosigkeit als Typus tiefer steht als die Spongien und Rhizopoden und dem der grosse Anatom den Namen Bathybius beilegte. Wie das Material für dieses Protoplasma sowie jenes für die Globigerinen in jenen Tiefen zu Stande kommt, entzieht sich gegenwärtig jeder Erklärung.

Die eigene Aehnlichkeit des eben genannten und über sehr grosse Flächenräume ausgedehnten kalkigen Depositums mit der grossen Kreideformation, worauf schon Barley, Huxley, Wallich und besonders Sorby hingewiesen, sowie die vollständige Abhängigkeit derselben von der ungeheuren Entwicklung der niederen Formen des organischen Lebens, ist wie die Auffindung einer reichen Mannigfaltigkeit höherer animalischer Typen in demselben, unter denen viele in hervorstechender Weise denen der Kreidezeit angehören, von höchster Wichtigkeit. Wenn diese letzte Thatsache, wie zu vermuthen steht, sich bestätigt, so folgt daraus, dass die Ablagerung des Globigerinenschlammes von der Kreidezeit bis zur Gegenwart ununterbrochen fortdauerte und daher dieser Schlamm nicht bloss eine Kreideformation, sondern eine fortgesetzte Kreidebildung vorstellt, so dass wir sagen könnten, wir leben noch immer in der Kreidezeit. Es hat sich

ferner aus den Schlepptnetzuntersuchungen ergeben, dass innerhalb einer Entfernung von wenigen Meilen in der nämlichen Tiefe und auf demselben geologischen Horizonte zwei Ablagerungen vorhanden sein können (indem das Areal der einen jenes der anderen durchdringt), deren mineralogische und zoologische Charaktere vollständig verschieden sind, eine Verschiedenheit, die der Richtung der Strömungen, welche das Material herbeiführen, und der Temperatur der zuströmenden Wasser zugeschrieben werden muss. Würde die kalte und warme Region dereinst trockengelegt, so würde die Untersuchung der darauf sich vorfindenden Ablagerungen einen Geologen auf ganz verschiedene klimatische Verhältnisse führen, von denen er annehmen müsste, dass sie zu verschiedenen Zeiten geherrscht hätten. Derselbe Geologe würde ferner in der Mitte des durch Hebung der kalten Region trockengelegten Festlandes einen über 1800 Fuss hohen Hügel finden, von demselben Sandsteine bedeckt wie das Festland, aus dem er sich erhebt, aber reich an animalischen Ueberresten einer gemässigten Zone. Er würde hierdurch leicht zu dem Irrthume verleitet, die Existenz dieser zwei verschiedenen Faunen in verschiedenen Höhen über dem Boden auf zwei der Zeit und Beschaffenheit nach verschiedene Klimate zu beziehen, woher der Unterschied in der That durch verschiedene aber gleichzeitige klimatische Verhältnisse bedingt ist, die bloss wenige Meilen in horizontaler und 600 bis 700 Fuss in verticaler Richtung von einander entfernt sind. Mit Recht bemerkt Carpenter, dass man nicht genug die Wichtigkeit dieser That-sachen mit Beziehung auf geologische und paläontologische Verhältnisse hervorheben könne, besonders rücksichtlich jener localen Faunen, welche für spätere geologische Epochen besonders charakteristisch sind.

Die Existenz äquatorealer und polarer Strömungen ist in allen geologischen Epochen, in welchen es tiefe, zusammenhängende Meere gab, eine Nothwendigkeit. Sobald nun durch Bewegungen des Bodens Aenderungen in der Richtung dieser Strömungen erfolgten, mussten auch die submarinen Klimate benachbarter Regionen bedeutende Veränderungen erleiden. Die Wirkung derselben auf die Faunen dieser Bezirke hing natürlich von der Grösse der Veränderungen ab; waren diese schnell und beträchtlich, so konnten sie dort das Erlöschen einer grossen Anzahl von Species herbeiführen, während andere in neue Localitäten von zuträglicherem Klima auswandern und jene Typen dort hinbringen konnten, welche an dem früheren Wohnorte

nicht mehr existiren konnten. So entstanden wahrscheinlich die Colonien von Barrande. Bei allmählichem Temperaturwechsel werden sich die meisten Species der vorhandenen Fauna den neuen Verhältnissen angepasst haben, indem sie in ihrer Structur und in ihren Gewohnheiten solche Veränderungen erlitten, die genügten, sie zu neuen Species umzugestalten, während sie so viele allgemeine Charaktere beibehielten, um als repräsentative Species zu gelten. (Vergl. Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt XIX, S. 460 u. ff.) — —

Es ist von der höchsten Wichtigkeit, dass die Ichthyologie endlich den hohen Standpunkt erreiche, welchen die Naturgeschichte der Säugethiere und Vögel bereits erreicht; trotz der ungeheuren Schwierigkeiten des Gegenstandes und der Lückenhaftigkeit des zur Zeit wissenschaftlich verarbeiteten Materials (eine Lückenhaftigkeit, welche Agassiz's grossartige Forschungen so recht fühlbar gemacht haben), darf man die Hoffnung hierzu nicht aufgeben. — Ueber die geographische Verbreitung vorzugsweise der Säugethiere handelt Pagenstecher in Weinland zoolog. Garten 1865, S. 280 ff. Man vergl. auch Poucheran, Sur les indications que peut fournir la Géologie pour l'explication des différences que présentent les faunes actuelles. Rev. et mag. de Zoolog. 1865, 17.

Geologische Aufeinanderfolge der Organismen.

Von der geographischen Verbreitung der lebenden Organismen in der Jetztzeit gehen wir über zu ihrer chronologischen Aufeinanderfolge in der Vergangenheit. Wenn man in die Tiefen der Urzeit hinabsteigt, wenn man die paläontologischen Ueberreste, die „Denkmünzen der Schöpfung“ mit wissenschaftlichem Blicke betrachtet, so muss sich hier der wahre Prüfstein für Darwin's Descendenztheorie finden. In der That, wenn es möglich wäre, die ganze lange Reihe der im Laufe der Jahrmyriaden emporgekommenen und wieder verwehten Organismenarten zu erkennen so würde dadurch sofort die Selectionstheorie bestätigt oder verworfen erscheinen; der grosse Plan, nach welchem alles Leben an der Erdoberfläche sich auf einander folgt, würde dem intellectuellen Erfassen durch den menschlichen Verstand ungemein nahe gelegt, wenn nicht gänzlich aufgedeckt werden. Allein solches Schauen in die Tiefen der Vergangenheit ist nur ein ideales, das niemals Realität gewinnen wird.

Seit um die Mitte des sechzehnten Jahrhunderts zuerst der geniale Töpfer Bernhard Palissy mit Bestimmtheit aussprach, dass die von ihm gesammelten Petrefacten wirklichen, in der Vorwelt lebenden Wesen angehört hätten, bis herab zur Gegenwart, wo der riesenmässige Hydrarchus und der gefiederte Gripposaurus Alles in Bewegung versetzten, sind die allerverschiedenartigsten paläontologischen Ueberreste gefunden und methodisch

zusammengestellt worden. Genügen sie aber zu einem tieferen Einblicke für das Studium der Nacheinanderfolge des Lebens in der Vergangenheit? Diese Frage ist in ganz entgegengesetzter Weise beantwortet worden; und mit Recht, je nach dem Sinne, in welchem man sie auffasst. Darwin hat im zehnten Capitel seines Buches über die Entstehung der Arten ausführlich zu zeigen versucht, dass die geologischen Schöpfungsurkunden, welche unsere Museen aufbewahren, äusserst unvollkommen sind. „Wer diese Ansichten,“ sagt er zum Schlusse, „von der Beschaffenheit des geologischen Berichtes verwerfen will, muss auch meine ganze Theorie verwerfen. Denn vergebens wird er dann fragen, wo die zahllosen Uebergangsglieder geblieben, welche die nächst verwandten oder stellvertretenden Arten einst miteinander verkettet haben müssen, die man in den verschiedenen Stöcken einer grossen Formation übereinander findet“¹⁾). Diese Schlüsse des britischen Forschers sind sehr richtig, sobald es sich um Eingehen auf Specialitäten der Nacheinanderfolge der Organismenarten handelt. Bezüglich der fossilen Botanik äusserte der grosse Botaniker Joseph Dalton Hooker auf der Versammlung der britischen Naturforscher in Norwich²⁾): „Auf diesem Gebiete vermögen wir gegenwärtig nur in der Finsterniss herumzutappen. Unter den Tausenden von Objecten, gegen die wir anstossen, gelingt es kaum hier und da, einige Analogien mit demjenigen zu entdecken, was wir anderwärts beobachtet haben; und wir ergreifen solche Aehnlichkeiten wie eine hilfreiche Hand, die uns zu den natürlichen Verwandtschaften geleiten soll. Von der grösseren Menge der Ueberreste wissen wir nichts Bestimmtes, und diejenige, die wir noch gar nicht zu deuten vermögen, ist noch ungemein gross.“ Was hier von den pflanzlichen Fossilien gesagt wurde, gilt in analoger Weise in mannigfachen Beziehungen auch von den animalischen, besonders jener der tiefer stehenden Arten. Es muss ausdrücklich hervorgehoben werden, dass bei der sehr fragmentarischen Erhaltung der meisten Fossilien der Deutung und Wiederherstellung des ganzen Organismus durch wissenschaftliche Ideenverknüpfung ein weiter Spielraum bleibt und in demselben Maasse die Erkennung allmäliger

Uebergänge erschwert wird³⁾. Häkel weist ausserdem noch auf die Zufälligkeiten hin, welche gegenwärtig die Grenzen unserer paläontologischen Kenntnisse bestimmen; von sehr vielen wichtigen Versteinerungen kennt man nur ein einziges oder ein paar Exemplare⁴⁾. Selbst bei den verhältnissmässig am besten erhaltenen Fossilien, bei den Ueberresten der grossen Landsäugethiere, ist die scharfe Charakteristik der speciellen Theile des Skeletts ungemein misslich und die Deutung verschiedener Reste, ob einer und derselben Species angehörend oder nicht, von der grössten Willkürlichkeit⁵⁾. Wie ungenügend unsere Kenntnisse der organischen Wesen der Vorzeit sein müssen, beweist aber vielleicht am besten die Thatsache, dass die Zoologen und Botaniker noch sehr weit davon entfernt sind, auch nur die gegenwärtig existirenden organischen Wesen in Bezug auf wissenschaftliche Classification einigermaassen vollständig zu kennen. Ich erinnere in dieser Beziehung nur daran, dass noch vor Kurzem zufällig an der westlichen Küste von Neuseeland ein bis dahin völlig unbekanntes Wesen, ein fischartiges Beutelhier, erlegt werden konnte, von dem man bis dahin niemals eine Ahnung gehabt hatte, dass aber, selbst wenn es aus einer früheren Epoche der Erdentwicklung stammte, für die Darwin'sche Theorie von äusserster Wichtigkeit sein würde.

Nach alle dem kann man den Schlüssen Darwin's über das Fehlen der Uebergänge, wie bemerkt, beistimmen; allein, wenn man im Allgemeinen ganze Gruppen und grössere Zeitabschnitte herausgreift, so muss sich eine aufsteigende Reihe von niederern zu immer höheren Formen ergeben und gleichzeitig müssen die Abweichungen von den heutigen Organismenarten in dem Maasse grösser werden, als man sich von dem Hochmittage der Gegenwart in das dunkle Dämmerlicht der grauen Vergangenheit entfernt. Diese aufsteigende Reihe, ebenso wie die hervorgehobenen Abweichungen werden in der That durch die paläontologischen Funde angezeigt. Von der Gegenwart ausgehend, sind die Spuren der höchsten animalischen Formen, der Säugethiere, fortwährend an Zahl abnehmend bis in die Triasperiode nachgewiesen⁶⁾. Die seltenen und schwierig zu bestimm-

menden Reste von Vögeln sind mit Bestimmtheit nicht über den Solnhofer Schiefer des weissen Jura hinaus erkannt worden ⁷⁾. Amphibien sind bis in die jüngere Steinkohlenformation verfolgt worden, wo die Panzerlurche (Labyrinthodontia) den Uebergang zu den Fischen bilden und von dem scharfsinnigen Agassiz sogar zu diesen gezählt werden. Dennoch bleibt diese überaus merkwürdige Thierklasse noch im tertiären Gebirge von den Gebilden der Jetztzeit seltsam abweichend. Die Schmelzköpfe (Ganocephala Owen) aus den Steinkohlen zeigen durch das Fehlen des Hinterhauptscondylus, durch die unvollkommene Verknöcherung des inneren und die vollkommene des äusseren Skeletts, die Schwimmfüsse, Schuppen und Spuren von Kiemenbögen, nach Owen eine klare Stellung zwischen Fischen und Batrachiern. Die ersten vereinzeltten Reste von Fischen finden sich im oberen Silur, wo die Kopfschilder von Pteraspis ⁸⁾ die ältesten bekannten Wirbelthierreste sind. Die seltsamen Fischformen des oberen Uebergangsgebirges erscheinen im Steinkohlengebirge schon ungewein eingeschränkt und den heutigen Gestalten genähert, bis in den Steinkohlen von Lebach bei Saarbrücken mit ihnen zusammen in den Archegosauriern die ersten Amphibien auftreten. Die unteren Silurschichten weisen Pflanzthiere (Crinoideen) und Foraminiferen (Graptolithen) auf und das älteste bis jetzt bekannte thierische Petrefact, das Eozoon Canadense, wurde von Sir Logan unter dem Gneise der Laurentianschichten gefunden. Es ist wahrscheinlich gleichfalls eine Foraminiferenart. Bei Krummau in Böhmen und im bayerischen Walde haben v. Hochstetter und G ü m b e l in serpentinhaltigem Kalksteine zwischen krystallinischen Schiefen ebenfalls Reste von Eozoon entdeckt. Das kanadische „Morgenwesen“ ist sonach das erste animalische Wesen, das heute mit Sicherheit erkannt ist ⁹⁾.

Die Anfänge der Pflanzenwelt reichen, soweit dies bis jetzt bekannt, in die Silurperiode zurück und finden sich, wenn die kieseligen Röhren der Platysoleniten, wie Ehrenberg annimmt ¹⁰⁾, wirklich pflanzlicher Natur sind, bis in die Taconichhen Schichten herab. Die ältesten Spuren vom Dasein ehemaligen organischen Lebens zeigen sich aber als Graphitlager in den

krystallinischen Schiefen, freilich ihrer individuellen Form nach durch den Metamorphismus zerstört, aber im Kohlenstoffe ihre organische Natur unverkennbar documentirend. In der Steinkohlenformation, bis zum Zechsteine, herrschen Farrn, Lepidodendren und Sigillarien vor, letztere das Hauptmaterial der unschätzbaren Steinkohle bildend. Lepidodendren scheinen vorzugsweise in den älteren Schichten der Kohlenlager verbreitet gewesen zu sein, später traten vorherrschend Sigillarien und in den obersten Abtheilungen hauptsächlich Coniferen an ihre Stelle. Es ist eine bemerkenswerthe Thatsache, dass die so wenig zahlreichen Familien jener Epoche bei weitem mehr Arten aufzuweisen haben, als es gegenwärtig in Europa der Fall ist: 250 Farrnspecies der Steinkohlenzeit kommen auf kaum 50 bei uns lebende.

„Das Vorherrschen der Akrogenen Kryptogamen finden wir heutiges Tages auch auf jenen kleinen pelagischen Inseln der äquatorealen und der südlichen gemässigten Zone, wo das Meerklima zu seiner höchsten Energie gekommen ist. Doch ist dieses Vorherrschen nicht so gross, dass es nun auch, wie während der Steinkohlenperiode, den Ausschluss der Phanerogamen bedingte. Darum (sagt Brongniart) scheint dieser vollständige Mangel der letzteren Pflanzenabtheilung in der Steinkohlenperiode mehr für die Idee einer stufenweisen Ausbildung des Pflanzenreichs zu sprechen¹¹⁾.“ In den Formationen des Trias und des Jura erhalten die nacktsamigen Dikotyledonen, die Coniferen und Cykadeen das Uebergewicht. Akrogene Farrn und Schachtelhalme laufen zwar noch fort, ohne jedoch jene an Menge zu erreichen. Dagegen fehlen nach Brongniart angiosperme Dikotyledonen noch vollständig und das Vorhandensein von Monokotyledonen ist noch ungemein beschränkt. In der Kreide treten die ersten Laubhölzer auf; die merkwürdigen Crednerien wurden schon im verflossenen Jahrhundert von Brückmann beschrieben. Die Tertiärepoche zeichnet sich durch grossen Reichthum von angiospermen Dikotyledonen und Monokotyledonen verschiedener Familien aus. Palmen reichen noch bis an die pliocene Zeit, auch die Mannigfaltigkeit der Dikotyledonen wird sehr gross, aber selbst in dieser letzteren Epoche treten Monokotyledonen noch

immer ziemlich vereinzelt auf. Indess in dem Maasse, wie man sich der Gegenwart nähert, schliesst sich die vorweltliche Flora der heutigen immer mehr an.

Nachdem wir so mit Brongniart einen flüchtigen Blick auf die zeitliche Nacheinanderfolge der vegetabilischen Welt in den verschiedenen Perioden der Urzeit geworfen haben, zeigt sich, dass hier ebensowohl, wie bei der Thierwelt, im Ganzen ein Emporkommen vom Niederen zum Höheren, oder vielmehr von den einfacheren zu den reicher gegliederten Organismen unverkennbar ist. Allerdings finden sich noch mannigfache und bedauerliche Lücken, ja selbst Göppert, vielleicht der beste Kenner der fossilen Pflanzen, hält daran fest, dass die Nacheinanderfolge des vegetabilischen Lebens, soweit es die Forschung bis jetzt aufgedeckt habe, keinen Beweis zu Gunsten von Darwin's Theorie involvire. Allein der britische Naturforscher kann mit Recht darauf hinweisen, dass die Ergebnisse der Paläontologie keineswegs einen Widerspruch gegen seine Theorie enthalten bezüglich der allgemeinen Aufeinanderfolge der Organismen. Rechnet man hierzu alle jene Gründe, welche Darwin im zehnten Capitel seines Werkes gegen eine angenommene Vollständigkeit der paläontologischen Urkunden und zu Gunsten der Nothwendigkeit des Fehlens einer ungemeynen Menge von allmäligen Uebergängen der organischen Bildungen in einander beigebracht hat; so wird man vom philosophischen Standpunkte aus mit der Vorsicht, welche jeder aufrichtige Forscher niemals aus dem Gesichte verlieren darf, den Schluss ziehen können, dass die Resultate der Paläontologie keineswegs im Widerspruche mit der Selectionstheorie stehen. Aber nach unserer Ansicht darf man aus diesem Anschliessen der eingestandener Maassen mangelhaften Schöpfungsurkunden an die Forderungen der Darwin'schen Lehre keineswegs umgekehrt einen nachdrücklichen Beweis zu Gunsten der letzteren erkennen wollen.

Es ist hier noch der Ort, der Stellung des Menschengeschlechts rücksichtlich seiner physischen Entwicklung in der geologischen Vergangenheit zu gedenken. Noch ist kein halbes Säculum verflossen, als man, vorzugsweise auf Cuvier's grosser

Autorität fussend, einstimmig annahm, dass die Existenz unseres menschlichen Stammes nicht über die letzte Periode in der Erdentwicklung hinausrage. Heute hat eine vollständig entgegengesetzte Meinung Platz gegriffen. Dank den Bemühungen von Schmerling, Boucher de Perthes, den glücklichen Funden von Fuhlrott, Lartet und den genialen Untersuchungen einer grossen Anzahl der berühmtesten Paläontologen und Anatomen der Gegenwart, ist das Zurückreichen der Menschheit bis tief in die diluviale, vielleicht selbst in die tertiäre Epoche zu einer wissenschaftlich sichergestellten Thatsache geworden.

Es kann hier natürlich nicht bezweckt werden, eine specielle Darstellung und Kritik sämmtlicher bis jetzt gemachter „Funde“ zu geben. Dazu ist schon deren Anzahl zu gross, und vor Allem kann sich eine wissenschaftliche Discussion über die Zulässigkeit gewisser einzelnen Folgerungen nur an Autopsie anknüpfen. Dagegen gehört es allerdings hierhin, die allgemeinen Resultate zu behandeln, welche aus der grossen Anzahl specieller Ergebnisse gezogen sind.

Im Allgemeinen hat man die vorhistorische Anwesenheit des Menschen aus Ueberresten einzelner Individuen und aus den Producten seiner Hand erkannt. Allerdings ist mit Recht häufig auf die grosse Schwierigkeit hingewiesen worden, welche gerade die richtige Erkenntniss derjenigen geologischen Periode mit sich bringt, aus der die (meist in Höhlen aufgefundenen) Menschenreste stammen. Indess kann es gegenüber der Menge wohl beobachteter und beschriebener Thatsachen keinem Zweifel mehr unterliegen, dass der Urmensch in der That mit ausgestorbenen Riesenthieren der Vorzeit, dem Mastodon und Mammuth, dem Höhlentiger und dem Höhlenbären, zusammen gelebt habe. Auch die Thatsachen, welche den directen Kampf zwischen dem Menschen und den ausgestorbenen Riesenthieren beweisen, mehren sich von Tag zu Tag. Wenn man mit Recht nicht jede Verletzung, welche sich an den fossilen Knochen des Höhlenbären und des Riesenhirsches vorfinden, auf die Thätigkeit des Menschen zurückführen darf — da bereits im Jahre 1824 Prof. Nöggerath mit Recht die vielen kranken Knochen, besonders

des Höhlenbären, als Beweise der furchtbaren Kämpfe dieser Thiere untereinander hinstellte — so haben sich doch gegenwärtig eine Menge unzweifelhafter Zeugnisse angesammelt, welche den Kampf des Urmenschen wider die Thierwelt seiner Umgebung direct beweisen. Hierhin rechne ich unter Anderen den Schädel des Höhlenbären von Nabrigas, der an der Stirn von einem Steinpfeile durchbohrt ist, den von einem noch darin steckenden Steinpfeile durchbohrten Wirbelkörper eines jungen Rennthiers, den Lartet in der Höhle von Eycies fand, sowie den Schädel eines Riesenhirschen mit darin eingedrungener Streitaxt, welchen Major Wanshope entdeckte. Das Irrthümliche oder Uberschwängliche der Ansichten scheint vielmehr da zu liegen, wo man die Zeiten jener Riesenthier mit luxuriöser Freigebigkeit um unzählbare Jahrmyriaden hinter die flüchtige Gegenwart verlegt. Als Keller zuerst die Pfahlbauten im Züricher See auffand¹²⁾ und sich dieser Entdeckung bald eine Reihe analoger anschlossen, galt es lange Zeit hindurch als ausschliesslich richtig, anzunehmen, dass diese grossartigen Seebauanlagen ein Alter besässen, welches sie weit hinter die Anfänge der historischen Ueberlieferung zurückschnellen würde. Noch Karl Vogt macht in seinen „Vorlesungen über den Menschen“ mit Ironie dieses angenommene hohe Alter gegenüber den Ansichten des um die Erforschung der Pfahlbauten verdienten Friedrich Troyon¹³⁾ geltend. Gegenwärtig weiss man nach den Untersuchungen von Lindenschmit, dass zur Römerzeit eine Pfahlbauanlage bei Mainz im Rheine stand und bewohnt wurde; und wenn man auch den speciellen Zweck dieser Wasserdörfer nicht mit Sicherheit kennt, so sind doch heute die Archäologen darüber einig, dass die „Zeit der Pfahlbauten“ in die historische Epoche fällt. Vielfache Untersuchungen, besonders neuerdings diejenigen des alten Schussenweihers im Schwarzwalde¹⁴⁾, haben es ausser Zweifel gestellt, dass der Mensch Zeuge der letzten Eiszeit war. Diese fällt geologisch ganz in die Diluvialepoche, und viele Naturforscher, unter ihnen Darwin, theilen die Ansicht, die letzte Eiszeit liege chronologisch um einen ungeheuren Zeitraum von Jahren hinter der Gegenwart. Solche Meinungen

haben eine gewisse Sanction erhalten durch die Theorien von Adhémar und James Croll, wonach die Eiszeiten Folgen periodisch wiederkehrender Anomalien in der Lage der Erdbahn repräsentiren. Adhémar reflectirt auf die Präcession der Nachtgleichen, in Folge deren die Absidenlinie der Erdbahn, wenn ihre mittlere Bewegung in der That nahe mit der gegenwärtigen (von $1^{\circ} 42' 49,3''$ in 100 Jahren) zusammenfällt, in 21,000 Jahren den Umlauf um den ganzen Himmel vollenden und in der Hälfte dieses Zeitraumes abwechselnd die Winter der nördlichen und südlichen Erdhemisphäre um 8 Tage verlängern, die Sommer um den gleichen Betrag verkürzen wird. Das Maximum des günstigsten Standes fand für die nördliche Erdhalbkugel gegen die Mitte des dreizehnten Jahrhunderts statt. Adhémar schloss, dass sich in Folge der längeren Winter der betreffenden Halbkugel unseres Planeten dort ein fortwährendes Vergrössern der Eismassen kundgeben müsse; die oceanischen Wassermassen strömten in Folge dessen vorwiegend nach dieser Hemisphäre hin und erzeugten dort, gefrierend, eine Störung des Gleichgewichts der Rotationsaxe, die durch ein Oscilliren des Schwerpunktes des sphäroidalen Erdkörpers gegen den betreffenden Pol hin wieder aufgehoben werde. Diese Verschiebung des Schwerpunktes der Erde nach dem einen oder anderen Pole hin, findet nach Adhémar's Darstellung durch die oben angeführten Umstände bedingt, gewissermaassen pendulirend, im Verlaufe jener grossen Periode einmal statt und ihr folgend hat diejenige Hälfte unseres Planeten ihre Eiszeit, deren Pole der Schwerpunkt näher liegt, als dem entgegengesetzten. Aber Adhémar's Entwicklungen, die gegenwärtig noch unter manchen Geologen leider! Anhänger besitzen, sind Phantasiegebilde, die sich in den exacten Rechnungen Mädler's keineswegs bewährt haben. In der That, nimmt man mit diesem berühmten Astronomen, um die im Sinne Adhémar's günstigsten Bedingungen zu substituiren, an, dass das feste Eis, welches den einen Pol in überwiegender Menge umlagere, die Gestalt eines parabolischen Rotationskörpers besitze; so ergibt sich, wenn die Dichte des Eisès 0,88, die der Erde (nach Baily) 5,69 von jener des Was-

sers beträgt und die Differenz der grössten Höhe der beiden Polareismassen mit d bezeichnet wird, die Schwerpunktsverschiebung s der Erde $= \frac{d}{381}$. Um demnach eine Verschiebung von 1780 Metern hervorzubringen, wie sie Adhémar fordert, müsste die Höhendifferenz der polaren Eismassen volle 91,5 Meilen betragen, während die höchsten Bergerhebungen über der Meeresfläche noch nicht den einundsechzigsten Theil dieses Betrages erreichen.

Die Schlüsse von James Croll über die Entstehung der Eiszeit durch säculare Variation der Excentricität der Erdbahn haben nicht mehr Grundlage wie auch Adhémar's Hypothese. Auf die Rechnungen von Stone gestützt, die ihrerseits wieder auf den Untersuchungen Leverrier's basiren, kommt Croll zu dem Resultate, dass innerhalb der letztverflossenen Million Jahre die Excentricität der Erdbahn zwei Epochen der Maxima aufweise; die eine falle in die Jahre 980,000 bis 720,000, die andere in den Zeitraum von 240,000 bis 80,000 vor der heutigen Jahresrechnung, und die letzte Eiszeit coincidire mit der zweiten soeben genannten Periode. Anderseits hat Stockwell ¹⁵⁾ eine Tafel der Excentricität der Erdbahn berechnet, aus der Schwankungen dieser Ellipticität innerhalb einer Periode von 1,450,000 Jahren folgen. Allein alle die Resultate sind insofern illusorisch, als die den Berechnungen zum Grunde liegenden und nur aus Beobachtungen bestimmbar Grössen (Planetenmassen etc.) keineswegs jenen fast absolut zu nennenden Grad von Genauigkeit besitzen, der unumgänglich nothwendig ist, sobald es sich um Perioden von so unfassbar langer Dauer handelt wie die in Rede stehenden. Aber noch mehr. Bei allen Untersuchungen von Art der vorgenannten, wird der Weltraum als absolut leer betrachtet. Diese einschränkende Annahme ist nicht richtig, aber sie ist die einzige mögliche, da wir von der Dichte des die Himmelsräume erfüllenden Mediums nur wissen, dass sie ungemein gering ist. Wenn daher die Vernachlässigung der hieraus entspringenden Wirkungen für Zeiträume von einigen Jahrtausenden auch gestattet sein mag, so ist sie doch vollkommen unzulässig,

sobald Perioden von Millionen Jahren umfasst werden sollen. Die analytische Mechanik zeigt den Einfluss eines Widerstand leistenden Mittels in seiner allgemeinen Form. Bezeichnet a die halbe grosse Axe der Bahn eines Planeten, e das Verhältniss der Excentricität zu derselben, n die Winkelgeschwindigkeit und allgemein $f\left(\frac{1}{a}\right)$ die Dichte des hemmenden Fluidums, so ergeben sich folgende Relationen:

$$\frac{d a}{a} = - 2 k a f\left(\frac{1}{a}\right) d n; \quad \frac{d e}{e} = - k a f\left(\frac{1}{a}\right) d n$$

wo k eine Constante. Hieraus folgt, dass durch den Widerstand eines die Himmelsräume erfüllenden Mediums gleichzeitig abnehmen: die halben grossen Axen und die Excentricitäten der Planetenbahnen. Jede Rechnung also, die Perioden von ungewein langer Dauer umfassen soll und auf diese Wirkungen des Aethers nicht Rücksicht nehmen kann (weil alles positive Wissen über seine physischen Verhältnisse fehlt), ist in ihren Grundlagen nicht sicher und kann daher keineswegs zugelassen werden. Die Theorie Croll's ist aber auch schon aus dem Grunde unhaltbar, weil es schwer denkbar bleibt, dass so geringe Veränderungen der Excentricität der Erdbahn auf einen so ungeheuren Zeitraum vertheilt, noch eine nachweisbare Wirkung hervorbringen sollen.

Lyell hat zuerst darauf hingewiesen, dass die Kälteperioden nicht kosmischen, sondern rein tellurischen Ursachen zugeschrieben werden müssen, dass sie bedingt sind durch die ungleiche Vertheilung des Starren und Flüssigen. Wäre es nothwendig, so könnte an dieser Stelle aus Meech's 1^o) scharfsinniger, mathematischer Analyse, auf bestimmte thermometrische Zahlenwerthe gestützt, der Nachweis geführt werden, dass die gegenwärtige Vertheilung des Continentalen zu beiden Seiten des ungeheuren Längenthales des Atlantischen Oceans Unterschiede in den klimatischen Verhältnissen unter gleichen Parallelkreisen bedingt, die denjenigen entsprechen, welche eine um die Hälfte stärkere oder geringere Wärmestrahlung der Sonne erzeugen würde.

Weil aber die ungleiche und wechselvolle Veränderung der Configuration der Erdoberfläche das Klima bedingt, weil allein

das Aufsteigen eines schmalen Inseldammes zwischen Grönland und der schottischen Küste die mittlere Jahrestemperatur des grössten Theiles von Europa um 10 bis 12 Grad erniedrigen würde, und weil solche physischen Veränderungen der Erdoberfläche durch plutonische Gewalten bedingt, unvorherbestimmbar sind, deshalb sind alle Altersbestimmungen der Eiszeiten illusorisch und ohne feste Basis. Wenn man aber die neuerlichst aufgefundenen Kunstproducte aus der Gletscherzeit untersucht, und wenn man gewisse andere Thatsachen, auf die wir zum Theil sogleich zurückkommen werden, damit in Zusammenhang bringt, so kann man im Allgemeinen vollkommen der Meinung des ausgezeichneten Forschers O. Fraas ¹⁷⁾ beipflichten, wenn dieser sagt: „Zu derselben Zeit, da sich in Europa Erscheinungen beobachten liessen, die jetzt nur noch dem hohen Norden eigen sind, zu derselben Zeit, da die Gletscher der Alpen zur Donau sich erstreckten, da Donau und Rhein aus gemeinsamer Eisquelle sich speisten, zu derselben Zeit waren auch noch Wälder am Parnass und Helicon, »darinnen die Unsterblichen wohnten,« und fette Weideplätze an den Ufern des Euphrat zu sehen. Einer Grundursache ist es zuzuschreiben, dass sich im Laufe der Zeit das Gleichmaass der Temperatur auf unserer Hemisphäre änderte. Mag sie nun heissen wie sie wolle, in Folge dieser Ursache schmolzen allmählig die Gletscher in Frankreich und Schwaben ab; es machte aber auch in Griechenland die Pinie der Standföhre und der Knoppereiche Platz und eben darum weht jetzt über die Trümmer Babylons der heisse Wüstenwind. Das Alter der schwäbischen Eiszeit und der Ansiedelung des Menschen am Ufer der Schussen weiter zurückzuverlegen als in die Blüthezeit des babylonischen Reiches oder in die Zeit von Memphis und seiner Pyramiden, dafür liegt auch nicht ein gültiger Grund vor.“ —

Nach dem Vorgange der nordischen Alterthumsforscher unterscheidet man gegenwärtig in der Urgeschichte des Menschen: die Stein-, Bronze- und Eisenperiode, welch' letztere erst sich den früheren Ansichten zufolge an die historische Epoche anschliesst. Das Unrichtige dieser Meinung in einzelnen speciellen

Fällen ist gegenwärtig meist anerkannt; allein die ungemein grossen, die Einbildungskraft bedrängenden Zahlen, welche man für das Alter der Steinzeit im Allgemeinen annahm, finden noch bei vielen Forschern Beifall. Boucher de Perthes hat im Thale der Somme bei Abbeville am Boden einer 26 Fuss mächtigen Torfschicht Feuersteinwerkzeuge und Elephantenknochen gefunden und unter Annahme eines Torfzuwachses von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll im Jahrhundert, die Entstehungszeit jenes Moores auf 16,000 bis 21,000 Jahre berechnet; ähnlich leitete Morlot das Alter der Steinwaffen im Delta des Tinièrefflusses zu 11,000 Jahre ab. Diese Berechnungen sind bekannt genug und haben lange Zeit dazu gedient, eine ungefähre Idee von der geringsten Ausdehnung der ungeheuren Zeiträume zu geben, die verflossen sein sollten, seit der Urmensch, mit selbst verfertigten, rohen Steinwaffen bewehrt, im Kampfe mit ausgestorbenen Ungeheuern des Waldes sein klägliches Dasein fristet. Professor Andrews aus Chicago hat kürzlich die beiden angeführten Localitäten aufs Neue untersucht und erhebliche Unrichtigkeiten in den überschläglichen Rechnungen von Perthes und Morlot überzeugend nachgewiesen. „Die von Boucher de Perthes gefundenen Zahlen,“ sagt Prof. Andrews ¹⁵⁾, „muss man sehr bedeutend reduciren, bevor sie die Anerkennung Derjenigen finden können, welche mit dem wirklichen Leben des Waldes vertraut sind. Der französische Alterthumsforscher bemerkt, dass er tief im Torfe der Somme zahlreiche Baumstümpfe gefunden habe, die noch an dem Orte, wo sie voreinst gewachsen waren, aufrecht standen. Es waren meist Birken und Erlen; die Stümpfe bisweilen 1 Meter hoch, meist aber niedriger. Da aber Baumstümpfe in einer feuchten Sumpfluft nicht lange unbedeckt stehen können, ohne abzusterben, so folgt, dass alle diejenigen, welche aufrecht stehend gefunden wurden, bis zu ihrem Gipfel vom Torfe überwuchert wurden, ehe sie Zeit hatten zu vermodern. Nähme man mit de Perthes einen Torfzuwachs von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll im Jahrhunderte an, so würde daraus folgen, dass ein Baumstamm von 1 Meter Höhe 1950 bis 2600 Jahre unbedeckt gestanden, ehe der nachwachsende Torf seinen Gipfel erreicht und

seine fernere Erhaltung gesichert habe. Die Unwahrscheinlichkeit dieser Annahme ist einleuchtend. Selbst eine Eiche kann unter solchen Verhältnissen kaum 100 Jahre fortexistiren, von jedem anderen Baume (besonders von Birkenstämmen) verschwindet schon in weniger als 50 Jahren alle Spur. Nimmt man aber für die grössten Stämme eine Zeitdauer von 100 Jahren, so folgt hieraus, dass im Sommethale der Torfzuwachs stellenweise 1 Meter in diesem Zeitraum betrug.“ In jenen Mooren fand man in einer Tiefe von 6 Fuss römische Ueberreste und diese vermögen einige Anhaltspunkte zu einer genaueren Bestimmung zu liefern. Prof. Andrews erinnert daran, dass das geringe Wachsen des Torfes, wie es in europäischen Mooren beobachtet wird, sich nur auf Rasentorf bezieht, dass dagegen der Waldtorf unvergleichlich schneller wachse. Nimmt man mit diesem Gelehrten an, dass seit etwa 6 Jahrhunderten die Wälder aus dem Sommethale verschwunden sind, so konnte seit dieser Zeit nur mehr eine ungemein geringe Zunahme des Torfes stattfinden, die man füglich vernachlässigen darf. Jene 6 Fuss Torf würden sich demnach in 1200 Jahren gebildet haben, was einem Zuwachse von 6 Zoll in jedem Jahrhunderte entspricht. Legt man diese Zahl zum Grunde (und betrachtet die obige Zunahme von 3 Fuss im Jahrhundert als ausnahmsweises Maximum für einzelne Punkte), so findet sich das Gesamttalter der 26 Fuss dicken Torfschicht zu 5800 Jahren, eine Angabe, die weit wahrscheinlicher zu gross als zu gering sein dürfte. Ueber die Berechnungen Morlot's äussert sich Andrews in folgender Weise: „Der Fluss Tinière bringt jährlich eine Menge von Flusskies von den Bergen herab, den er in Form eines Kegels, oder richtiger eines Halbkegels, auf dem ebenen Plateau am Ufer des Genfer Sees ablagert. Eine Eisenbahn wurde durch den Kegel geführt, so dass ein Durchschnitt desselben fast bis zu seiner Basis freigelegt ward. Man fand den Kegel in Krümmungslinien, die mit seiner Oberfläche parallel liefen, fast regelmässig geschichtet. Etwa 4 Fuss unter der Spitze wurden in einer Schicht schwarzer Erde römische Alterthümer gefunden, 10 Fuss tief entdeckte man Bronzegegenstände und in einer Tiefe von 19 Fuss endlich, gleichfalls in einer

schwarzen Schicht, Ueberreste aus der Steinzeit. — Morlot's Berechnungsweise war folgende. Die totale Tiefe des Kegels beträgt $32\frac{1}{2}$ Fuss, während die römischen Ueberreste sich in 4 Fuss Abstand von der Oberfläche fanden. Seit 200 bis 300 Jahren aber ist das weitere Anwachsen des Schuttkegels dadurch verhindert worden, dass der Fluss zwischen Dämme eingengt wurde, was allem weiteren Ausstreuen von Kies über die Ebene ein Ziel setzte, der nun in den See geführt wird. Bei einer Annahme von 3 Jahrhunderten seit Anlegung der Dämme, bleiben 1300 bis 1500 Jahre für den Zeitraum vom Beginne der römischen Herrschaft bis zum Aufhören der Ablagerung durch Ausschütten von Kiesmassen. Es scheint nun, dass in diesem Zeitraume ungefähr 4 Fuss Kies sich anhäufte, was einem Zuwachse von 3,3 bis 4 Zoll im Jahrhundert entspricht. Indem Morlot diesen Werth als Maassstab nimmt und auf die ganze Ausdehnung des Kegels anwendet, erhält er für diesen ein Alter von 7400 bis 11,000 Jahren. Nur mit grossem Zagen muss ich diesen Schlüssen eines europäischen Gelehrten über seine eigene Heimath entgegentreten. Aber nachdem ich zweimal den Kegel mit grosser Sorgfalt untersucht und nachdem ich den Fluss und seine Thätigkeit bis eine englische Meile tief ins Gebirge hinein studirt habe, muss ich behaupten, dass sich ein eigenthümlicher Fehler in die Altersberechnung des Kegels eingeschlichen hat. Nimmt man nämlich an, dass der Fluss durchschnittlich in jedem Jahre gleich viel Kies mit herabbringt, so leuchtet ein, dass im ersten Jahre die Ablagerung auf der Ebene in Form eines konischen Haufens von geringer Breite, aber beträchtlicher Höhe erfolgte. Im zweiten Jahre wurde der Kies über die ganze Oberfläche des Kegels ausgeschüttet, die Schicht also breiter und daher dünner. Die Schicht des dritten Jahres wurde abermals breiter und entsprechend dünner. Hieraus folgt, dass die obersten Schichten die dünnsten von allen sein müssen, weil ihre Breite gleichzeitig die grösste ist. Indem nun Morlot seinen Maassstab von den obersten Schichten entnahm und ihn unverändert auf die unteren anwandte, musste er ein zu hohes Alter des Ganzen erhalten. Es ist aber ohne Weiteres klar, dass man

den Kubikinhalte der Schichten von bekanntem Alter mit jenem derjenigen von unbekannter Ablagerungszeit vergleichen muss, um annähernd richtige Zahlenwerthe zu erhalten. Nun beträgt die Masse der seit der römischen Zeit erfolgten Ablagerungen 5,283,205 Kubikfuss und fand statt in 1300 bis 1500 Jahren; der Gesammtinhalt des Kegels aber ist 16,116,408 Kubikfuss, seine Ablagerungszeit also 3965 bis 4576 Jahre und unter Hinzurechnung der seit Aufhören des Zuwachses verstrichenen 300 Jahre 4265 bis 4876 Jahre.“ Allein auch diese Zahlen sind gewiss noch zu gross, wenn man erwägt, dass in den sehr alten Zeiten der beginnenden Ablagerung das Klima ein weit feuchteres, der Wasserdrang daher ein weit mächtigerer war und die Ablagerung in den ersten Jahren natürlicher Weise eine bedeutendere sein musste als später. Nichts berechtigt daher zu der Behauptung, dass die Steinwaffen im Torfe von Abbeville und in dem Tinière-Kegel älter sind, als die frühe Blüthe des chinesischen Reiches, die mit voller historischer Sicherheit aus den alten Finsternissbeobachtungen bei diesem Volke hervorgeht, welche bis zum Jahre 2158 vor Beginn unserer Zeitrechnung durch eine erst der Gegenwart mögliche Zurückrechnung ihre Bestätigung fanden, was nicht der Fall sein könnte, wenn jene alten Angaben (ähnlich den prahlerischen Berichten der Indier) auf Fiction beruhten. Die Altersberechnungen, welche man auf die Schlamm- aufhäufungen des Niles, in dessen Alluvionen Leonhard Horner 60 Fuss unter der gegenwärtigen Oberfläche Kunstproducte fand, begründet hat, sind ebenfalls höchst unsicher. Wenn allerdings diese Anhäufungen im Mittel 1 Fuss in zwei Jahrhunderten betrügen, so würden jene Funde auf ein Alter der ägyptischen Cultur von mehr als 12 Jahrtausenden hinweisen, allein die Grundlagen solcher Berechnung sind so unsicher, dass sie in mehr oder weniger die Hälfte dieses Zeitraumes umfassen können. Die Detritusmassen, welche der Nil bei seinem ungewein geringen Gefälle absetzt, sind so bedeutend, dass das ganze Delta dieses Stromes höchst wahrscheinlich keine 6000 Jahre alt ist. Noch unter dem grossen Pharao Sesostrius, dreiunddreissig Jahrhunderte vor der Gegenwart, war der dortige Boden reines

Sumpfland, dessen Urbarmachung durch Canäle auf Befehl jenes Herrschers ausgeführt ward. Ganz unsicher endlich sind die Schätzungen des Alters jener Menschenreste von Neu-Orleans und aus den Korallenriffen von Florida, welches Dowler dort zu 50,000, Agassiz hier zu 135,000 Jahren veranschlägt. Es ist unzweifelhaft, dass das Alter des Menschengeschlechtes weit über die Morgendämmerung des historischen Tages hinausreicht; aber dem ernstesten Forscher geziemt es, an die unberechenbare Quelle von Irrthümern zu verweisen, welche sich bis jetzt jeder chronologischen Bestimmung hemmend entgegenstellt. — Die Ansicht, dass in einigen Theilen Europas die Erinnerung an das Steinzeitalter sich noch in der Tradition erhalten hat, beweist das alte schottische Grabmal, das die Sage dem Könige Aldus M'Galdus zuschreibt, bei dessen Eröffnung im Jahre 1809 sich ein allem Anscheine nach uraltes, riesengrosses Skelett vorfand, dessen rechter Arm durch einen Schlag mit einer Dioritaxt fast vollständig abgetrennt war. Ein Stück des Steinbeils steckte noch im Knochen. In diesem Grabe fanden sich wohl einzelne bearbeitete Steine, aber keine Spuren von Metallgeräthen. Wir wollen mit Fr. Rolle nicht darüber rechten, was sich besser bewährt habe, Manetho's historische Berichte oder Cuvier's geologische Ansichten; so viel steht indess fest, dass der Bericht der Chinesen über die grosse Sonnenfinsterniss von 2158 v. Chr. gegenwärtig das älteste vollständig beglaubigte Document der gemeinen historischen Ueberlieferung ist. Wenn nach Lepsius Aegypten unter der sogenannten vierten Dynastie gegen 3400 v. Chr. bereits ein wohlgeordneter, hochgebildeter Staat war, wenn Ernest Renan die Nothwendigkeit betont, dass vor dem Jahre 970 v. Chr. noch 21 Dynastien in Aegypten untergebracht werden müssen, wenn Mariette die von ihm im Nillande entdeckten Skulpturen, deren älteste sich nur auf den Tod beziehen, bis zum Jahre 4000 bis 4500 v. Chr. hinaufschiebt und Braun die Aegypter für das älteste Culturvolk der Erde erklärt; wenn Lesley behauptet, dass Aegypten 3000 Jahre früher als Salomon seinen Tempel auf Moriah erbaute, hoch civilisirt war, aber ausser dem Hunde Anubis, dem einsamen Wächter der Woh-

nungen des Todes, keine Gottheit vor der zwölften Dynastie erscheint, so darf man nicht vergessen, dass alle Zahlen in diesen Angaben nur auf Vermuthungen beruhen und nicht in Vergleich zu stellen sind mit dem sicheren Datum, dass uns der alles registrirenden Chinesen Fleiss und der bewundernswürdige Fortschritt der heutigen Mechanik des Himmels geliefert haben.

Was die physische Entwicklung des menschlichen Stammes in der Vorzeit anbelangt, so sind auch in dieser Beziehung die Thatsachen noch keineswegs zahlreich genug, um von sicheren Resultaten sprechen zu können. Aufgefundene Ueberreste und Schwertgriffe scheinen zu beweisen, dass ein Theil der schweizerischen Pfahlbauer und ferner die Völker, welche jenen neueren Forschungen zufolge die fast das ganze Mittelmeer umkränzenden Dolmen und Menhirs¹⁹⁾ erbauten, von ziemlich kleiner Statur waren; allein über die Grössenverhältnisse der ältesten Stämme, von denen uns aus der ersten Steinzeit Reste erhalten blieben, weiss man nichts Bestimmtes. Bis jetzt sind meist nur Schädelfragmente dieser Urväter der heutigen Nationen gefunden worden; Ueberbleibsel, von denen mehrere ebenso für, als andere gegen die Theorie sprechen, der zufolge sich der Mensch, besonders rücksichtlich seiner Schädelbildung, im Laufe der Jahrtausende aus dem Typus der höchst organisirten Thiere (Anthropoidae, Quadrumana) soll entwickelt haben.

Nach Owen's sorgfältigen Untersuchungen beträgt der mittlere Inhalt des Schädels beim Engländer 96, beim niedrigsten Australneger 75, beim Gorilla 30 und beim Orang 28 Kubikzoll. Der Neanderthalschädel, obgleich unter allen dem Affentypus am nächsten, fasst noch immer 75 Kubikzoll²⁰⁾. Wenn es daher als vollkommen erwiesen angenommen wird, dass dieser Schädel wirklich dem Diluvium entstammt und gleichzeitig den normalen Typus einer besonderen Menschenrasse repräsentirt, so würde diese freilich in der Mitte stehen zwischen dem Affen und dem heutigen Europäer, aber ersterem vielleicht doch kaum näher, als der niedrigste gegenwärtig existirende Menschenstamm. Immer indess bleibt es fraglich, ob es gestattet ist, in diesem Falle das Schädelvolum zur alleinigen Norm des Unterschiedes

zu nehmen. Aeby hat die Flächenräume der Schädelebenen sehr sorgfältig mittels eines aufgelegten Netzes von sehr kleinen Quadraten planimetrisch ausgemessen und folgende Resultate gefunden:

Gorilla	8828
Orang-Utang	10335
Neger von Mozambique	20408
Lappländer	21865
Guanche	23836

Aeby kommt zu dem Schlusse, dass sich der menschliche Typus des Hirnschädels in sehr bestimmter Weise von dem afflichen unterscheide; jener ist, nach dem genannten Anatomen, gleichsam eine einsame Insel, von der keine Brücke zum Nachbarlande der Säugethiere hinüberführt. Ob sie vor Zeiten von diesem abgerissen worden, oder ob sie selbständig aus dem Oceane der Schöpfung aufgestiegen sei, darüber gebe nur das Ahnen des menschlichen Geistes, aber kein naturwissenschaftliches Document Auskunft. Professor Schaaffhausen glaubt, dass die Kluft, welche gegenwärtig Mensch und Affe scheidet, einst nicht vorhanden war²¹⁾. „Unterschiede in den Bildungen der heutigen organischen Welt,“ sagt dieser Forscher, „sind Lücken, welche die Zeit in die Kette zusammenhängender Glieder gerissen hat. Solche Bildungen, welche den Uebergang hier vermitteln, wird man noch auffinden, wie sie für andere Lücken in der Reihe der lebenden Organismen schon aufgefunden worden sind. Sie liegen im Schoosse der Erde, der die Schöpfungen der Vorwelt birgt. Die Kluft zwischen Mensch und Thier wird immer weiter; denn nicht nur die niedrigsten Rassen, welche so manche Annäherung an die thierische Bildung zeigen, sterben aus, sondern auch die höchsten Affen, die dem Menschen am nächsten kommen, werden immer seltener: noch ein oder zwei Jahrhunderte und sie sind vielleicht erloschen. Ist es nun nicht folgerichtig zu denken, dass, wenn wir in die verschwundenen Jahrtausende zurückblicken könnten, wir den Abstand zwischen den niedrigsten Menschen und den höchsten Thieren geringer finden würden, als es jetzt der Fall ist, und um so geringer, je weiter wir zurücksehen

könnten? Auch das ist nicht Zufall, sondern ein natürliches Gesetz, dass die Affen sich nur unter den wildesten Menschen noch haben erhalten können; in der Berührung mit gebildeten Völkern würden sie längst verschwunden sein. Je weiter der Mensch in seiner Entwicklung fortschreitet, um so mehr bricht er die Brücke hinter sich ab, durch die er mit der rohen Natur verbunden war.“ Wenn man indess auf dem Boden der positiven Thatsachen verbleibt, so kann man in dieser wichtigen Frage den mitgetheilten Ausführungen des verdienstvollen Bonner Anthropologen keineswegs vollständig beistimmen. Allerdings zeigen einzelne der ältesten Menschenüberreste eine nicht abzuleugnende Annäherung an den Affentypus, allein eine analoge Annäherung findet sich auch bei den niedrigsten jetzt lebenden Menschenstämmen. Wenn es nach den Untersuchungen von Broca wahrscheinlich ist, dass die Schädelcapacität im Laufe der Jahrhunderte mit steigender Intelligenz wächst, so ist es nicht auffallend, in den ältesten Schädelfragmenten eine grössere Annäherung an den Affentypus zu finden, wie bei denjenigen der hoch civilisirten Europäer der Gegenwart. Allein auf diesen Thatsachen fussend, ist es keineswegs zwingend, den Schluss zu ziehen, dass voreinst ein Unterschied zwischen Mensch und Affe nicht bestand. Die Analogie führt freilich zu dieser Consequenz; aber bei einer Frage von solcher Tragweite ist es geboten, daran zu erinnern, dass, wie Darwin bei einer ähnlichen Gelegenheit hervorhebt ²²⁾, die Analogie eine sehr trügerische Führerin sein könnte. Von positiven Thatsachen ausgehend ist die Ansicht des überaus verdienstvollen Rudolph Wagner ²³⁾ ungleich begründeter, dass die ältesten Reste vom Menschen durchaus keine Uebergangsformen zu anderen Wesen und keine grösseren Differenzen als sie unter jetzt lebenden Rassenformen auch vorkommen, mit Sicherheit nachweisen. An dieser Stelle kommt es nach dem Plane des gegenwärtigen Werkes vor Allem darauf an, streng von einander zu sondern: was als Resultat sicherer Forschung unabweisbar und was, auf Analogie begründet, mit mehr oder minder grosser Wahrscheinlichkeit zu vermuthen ist. In dem hitzigen Kampfe der Meinungen darf man es, wie wir glauben, schon als

einen Fortschritt betrachten, wenn die Einsicht allgemeiner verbreitet wird, dass noch nicht genügendes Material zu einer sicheren Lösung der hier behandelten Frage vorliegt. Von diesem Standpunkte aus kann man daher auch nicht dem Resultate bestimmen, welches Karl Vogt aus seinen umfassenden Untersuchungen über die Mikrocephalen abgeleitet hat ²⁴⁾ und wonach diese, glücklicherweise so seltene Erscheinung, als Atavismus, als ein Rückschlag gegen den alten Affentypus aufzufassen sei. Schon früher war Rudolph Wagner ²⁵⁾ durch seine eigenen Arbeiten zu dem Ergebnisse gelangt, dass die scheinbar auf den Affentypus zurückfallenden Mikrocephalen ganz den menschlichen Typus des Gehirns beibehalten und die hauptsächlichsten Hirndefecte (im Hinterhauptslappen) gerade dem Typus der anthropoiden Affen, wo die Hinterlappen stark abgesetzt und besonders entwickelt sind, widersprechen. Diese Resultate finden eine scheinbare Bestätigung in den Untersuchungen der Gehirne zweier Mikrocephalen, welche unlängst J. Sander ²⁶⁾ veröffentlicht hat. Derselbe konnte bei seinen Arbeiten die Gehirne selbst benutzen, während Vogt allerdings nur Schädel und Ausgüsse derselben besass. Sander behauptet, dass die Sylvische Spalte beim Gehirne des Mikrocephalen entschieden näher dem menschlichen als dem Affengehirne steht; dass die Verwachsung der Schädelknochen schon bei einem 5 Monate alten Mikrocephalen eine vollständige war, woraus allerdings eine grosse Wahrscheinlichkeit für die von Vogt geleugnete Schliessung der Schädelkapsel während des embryonalen Lebens resultirt; und schliesslich, dass beim Mikrocephalengehirne, entgegengesetzt demjenigen der Affen, eine ungemaine Verkümmernng der Hinterhauptslappen existirt. „Ich glaube sonach,“ sagt Sander, „hinreichend bewiesen zu haben, dass die Aehnlichkeit des Mikrocephalengehirns mit dem Affengehirn eine unbewiesene Annahme ist, nur auf den äusseren Schein begründet; ich sehe in ersterem ein fehlerhaft entwickeltes Menschengehirn, dessen Bildungsgesetz noch aufzusuchen ist. Damit hängt auch die Frage zusammen: in welcher Zeit des fötalen Lebens beginnt die Störung? Zur Beantwortung derselben fehlt es noch an Material. — Es ist natürlich werth-

los, Vermuthungen aufzustellen; allein die Auffindung der Störung in ihrem ersten Beginn kann die Frage lösen.* Uebrigens sind neuerdings von kompetenter Seite wichtige Bedenken gegen die Untersuchungen Sander's geäußert worden und eine neue Bearbeitung des Gegenstandes wäre daher dringend wünschenswerth.

Wenn wir sonach gesehen haben, dass die paläontologischen Forschungen keineswegs mit Sicherheit eine Entwicklung des menschlichen Stammes aus dem Typus einer (jedenfalls in der Gegenwart längst erloschen anzunehmenden) Affenspecies nachweisen, so muss doch anderseits daran erinnert werden, dass Mensch und Affe sehr viele Uebereinstimmungen und gegenseitigen Annäherungen in ihrem anatomischen Baue und seinen physiologischen Functionen besitzen. Nicht allein ist es der übereinstimmende Zahnbau bei dem Menschen und den schmalnasigen Affen der alten Welt (Catarrhinae), nicht allein sind es die rudimentären Schwanzwirbel gleichzeitig beim Menschen und den Anthropoiden: die ausgezeichneten Untersuchungen von Max Schultze über den Bau der hinter der Netzhaut des Auges liegenden Stäbchen- und Zapfenschicht haben ergeben, dass unter allen Thieren der Affe allein in dieser Beziehung eine vollkommene Uebereinstimmung mit dem Menschen zeigt. Rechnet man hierzu die von Neubert²⁷⁾ festgestellte Thatsache, dass die Affen der alten Welt, dieselben, welche auch in allen anderen Beziehungen dem Menschen am nächsten stehen, regelmässig menstruiren, während die Affen der neuen Welt nur ein oder zweimal eine Brunstzeit haben: so darf vom zoologischen Standpunkte eine nahe Verwandtschaft des Menschen mit dem Affen in Bezug auf Körperbau und physiologische Functionen nicht geleugnet werden, wenngleich eine grössere beider Typen in der Vorzeit aus den zur Zeit vorliegenden Beobachtungen nicht mit Sicherheit entwickelt werden kann.

Anmerkungen.

1) Darwin, Entstehung der Arten. Deutsch von Bronn. S. 349.

2) Gaea IV, S. 499.

3) »Wir dürfen nicht vergessen,« bemerkt Cotta sehr gut, »dass auch die zuverlässigsten Bearbeiter dieses Gebiets stets eifrigst nach scharfen Unterschieden gesucht haben; hätten sie sich mit demselben Eifer bemüht, Uebergänge zu finden, so würde ihnen das in vielen Fällen weit leichter gelungen sein, da sie trotz ihres Widerstrebens sie nicht immer in Abrede stellen.« Cotta, Geologie der Gegenwart. S. 196.

4) Häkel, Natürl. Geschichte d. Schöpfung. S. 311.

5) Beispielsweise ist das Dinotherium, dessen Ueberreste vergleichsweise häufig gefunden werden, noch immer sehr mangelhaft bekannt. In vielen Abbildungen wird dieses Thier mit einem Rüssel dargestellt, andere lassen ihn weg. Der Mangel des Nasenbeins spricht allerdings für einen Rüssel, allein es ist noch keineswegs ausgemacht, ob das gewaltige Geschöpf zu den Pachydermen, oder nicht vielmehr zu den Cetaceen gehört.

6) Es ist eine wohl zu beachtende Thatsache, dass die ältesten Säugethiere, die Didelphen, gleichzeitig auch die unvollkommensten sind und den Uebergang zu den Sauriern vermitteln. Das Geschöpf, das in dem obersten Buntensandstein von Hessberg bei Hildburghausen Abdrücke seiner Füße hinterlassen hat, gehört nach Wiegmann sehr wahrscheinlich zu den Didelphen, aber die Fährten im Rothensandsteine von Connecticut deuten doch wahrscheinlich mehr auf Vögel. Die merkwürdige, fieberhafte Erregung, welche sich seit

1836 für die Auffindung fossiler Thierfährten in Nordamerika kundgab, hat wenigstens das Gute gehabt, dass sie eine Menge von Material zur Vergleichung zusammenschaffte und wenn man auch den Dutzenden von Species, welche Hitchcock in seinem grossen Werke »Ichnology of New England« unterschied, nicht beistimmen kann, so ist doch manches Wichtige und Interessante zu Tage gekommen.

7) Der Gryphosaurus (*Archaeopterix lithographica* Owen) zählt allerdings zu den merkwürdigsten Geschöpfen, von denen die Paläontologie bis jetzt Kunde erlangt hat. Owen's Untersuchungen (*Phil. Transact.* 1863, I, p. 33) haben das Ungegründete der mehrfach in Deutschland ausgesprochenen Vermuthung eines absichtlichen Betrugers nachgewiesen. Die gefundenen Reste erinnern in verschiedener Beziehung an Pterodactylen.

8) Vergl. *Quart. Journ.* 1858, p. 274.

9) Die Entdeckung von G. Jenzsch in Gotha, betreffend die Existenz einer mikroskopischen Flora und Fauna mitten in Gemengtheilen von krystallinischen Massengesteinen ist noch zu neu und zudem von verschiedener Seite angegriffen worden. Der Entdecker fand im plagioklastischen Felsite des Melaphir und im Calcit aus Hohlraumausfüllungen vortrefflich erhaltene fossile Organismen. »Die von mir bis jetzt erhaltenen Organismen,« sagt Jenzsch, »dürften sämmtlich Repräsentanten einer Flora und Fauna stagnirender Gewässer sein, und ausdrücklich sei es erwähnt, dass ich bis jetzt weder Baccillarien (Diatomeen), Polythalamien und Polycistinen, noch Zoo- und Psytolitarien bemerkt habe. Keinesfalls hat man es mit Erden und Felsen bildenden organischen Resten, sondern mit vollkommen gut erhaltenen, zuweilen im Momente der Ausübung ihrer Lebensfunctionen versteinerten Organismen zu thun. Bei der ganz vortrefflichen Erhaltung derselben konnte ich im physiologischen Anhang zu meiner Schrift sogar versuchen, die Fortpflanzungsverhältnisse von *Rynchopristes Melaphyri* Jenzsch darzulegen und somit auch einen ersten Schritt zur Begründung eines neuen Zweiges der Paläontologie, welchen ich physiologische Paläonthologie nennen möchte, zu thun. Meine Entdeckung weist auf ein, in den betreffenden Gesteinsmassen sehr verbreitet gewesenes pflanzliches und thierisches Leben hin, welches sich in einem, bei der Gesteinsverwitterung auf nassem Wege erzeugten, flüssigen Versteinermittel, und zwar bis zum Augenblicke der plötzlichen Krystallisation (Krystallisationspunkte) des letzteren fortentwickelte. Obgleich ich nicht in

Abrede stellen will, dass in Folge meiner Entdeckung die Möglichkeit gewisser plutonischer Theorien in Zweifel gestellt werden könnte, so behaupte ich doch keineswegs, dass die krystallinischen Massengesteine (Eruptivgesteine) Sedimentärgebilde seien, und stelle als ein, keiner theoretischen Ansicht über die ursprüngliche Entstehungsweise der krystallinischen Massengesteine widersprechendes Theorem auf: dass der Primordialzustand der betreffenden Gesteinsmassen, und zwar nachdem dieselben sich bereits in der ihrem relativen Alter entsprechenden Lagerung befanden, einem oder mehrfachen Umwandlungsprocessen auf nassem Wege unterlag und beziehentlich noch jetzt unterliegt. « Berg- und Hüttenmännische Ztg. 1869, Nr. 5. Vergl. Jenzsch, Ueber eine mikroskopische Flora und Fauna krystallinischer Massengesteine. Lpzg. 1868. Bornemann hat die Präparate, auf welche Jenzsch seine Entdeckungen begründet, einer Untersuchung unterworfen und kommt zu dem Resultate, dass alles Wahrgenommene nur anorganischen Erscheinungen zugehöre. (Vergl. Sitzungsbericht der Isis 1869, S. 141). Ehrenberg hält die Einschlüsse indess entschieden für organischen Wesen angehörend. (Vergl. Monatsberichte d. Berl. Akad. d. W. 1869, S. 244 u. ff.)

¹⁰⁾ Monatsberichte der Berliner Akademie 1858, S. 295.

¹¹⁾ Quenstedt, Petrefactenkunde. 2. Aufl., S. 918.

¹²⁾ Die Untersuchungen Keller's über die Pfahlbauten finden sich niedergelegt in den »Mittheilungen der antiquarischen Gesellschaft in Zürich« Bd. IX, 3; XII, 3; XIII und XIV.

¹³⁾ Vergl. F. Troyon, Habitations lacustres des temps anciennes et modernes. Lausanne 1860.

¹⁴⁾ Man sehe die ausgezeichnete Darstellung dieses Gegenstandes von O. Fraas im 2. Bande des Archivs für Anthropologie.

¹⁵⁾ John M. Stockwell, A treatise on the secular equations of the Moon's mean motion. Cambridge (Mass.) 1867.

¹⁶⁾ L. W. Meech, On the relative intensity of the heat and light of the sun upon different latitudes of the earth. Smithson, Contrib. IX, 1, p. 1 — 58.

¹⁷⁾ Fraas in seiner oben angegebenen Abhandlung. Das gelehrte Werk von F. v. Rougemont: „Die Bronzezeit“ (deutsch von Keerl, Gütersloh 1869) hat das unbestreitbare Verdienst, eine ungeheure Menge von Material zu bringen, wenn man auch den Ausführungen des Verfassers nicht allenthalben beistimmen kann. Der Verfasser glaubt die Behauptung vertreten zu können, dass der Hauptherd der

Bronze- und Eisenmetallurgie zur Zeit der Hethiter und Pheresiter Palästina gewesen sei. Von Ta-Neter aus habe sich die Kunst zu den Phönicern und Assyriern verbreitet und sei von den Cureten und Dactylen zu den Griechen gebracht worden. Die semitischen Allophylen, Pheresiter, Philister und Phönicier hätten sich an den europäischen und afrikanischen Küsten des Mittelmeeres ausgebreitet. ihre Megalithe und ihren Cultus sammt der Bronze mitgebracht. Die Bronzezeit der Völker der Alpen und Galliens verläuft nach v. Rougemont zwischen dem 16. und 7. Jahrhundert v. Chr., die Irlands ebenso, während sie sich in Mecklenburg bis zum 5., in Dänemark bis zum 8. Jahrhundert nach Christo erhielt. Die Bronzezeit der Barbaren geht nicht über die Blüthe der Aegypter und Chaldäer hinaus und erhielt sich in Livland bis zum 11. Jahrhundert unserer Zeitrechnung. Diese Resultate historischen Studiums verdienen ungleich mehr Zutrauen, als die phantastischen Bestimmungen nach Jahrzehntausenden.

¹⁶⁾ American Journal of Science 1868, 3.

¹⁹⁾ Aehnliche Bauwerke finden sich auch bei einem Volke im östlichen Bengalen, worauf schon Yule und Sir John Lubbock aufmerksam gemacht, und das später von Thomson und J. Hooker genau studirt worden ist. Die Denkmale werden dort noch gegenwärtig theils als Grabmäler theils zum Andenken an ein wichtiges öffentliches Ereigniss aufgerichtet. Es ist auffallend, wie Hooker bemerkt, dass das Wort Man, das dort zur Bezeichnung eines Steines dient, obenso oft in den Namen der dortigen Ortschaften vorkommt, als das Wort Maen, Men in den Orten der Bretagne, der Länder der Gälen und in Cornwall.

²⁰⁾ »Die menschlichen Gebeine und der Schädel aus dem Neanderthale übertreffen alle anderen an jenen Eigenthümlichkeiten der Bildung, die auf ein rohes und wildes Volk schliessen lassen; sie dürfen, sei nun die Kalkhöhle, in der sie ohne jede Spur menschlicher Cultur gefunden worden sind, der Ort ihrer Bestattung gewesen, oder seien sie wie anderwärts die Knochen erloschener Thiergeschlechter in dieselbe hineingeschwemmt worden, für das älteste Denkmal der früheren Bewohner Europas gehalten werden.« Schaaffhausen in Müller's Archiv 1858, S. 453 ff. Die enorme Entwicklung der Supraorbitalbogen beim Neanderthalschädel deutet auf einen wilden Typus. Busk giebt (Natural history review II, 1861) Abbildungen älterer Schädel,

welche, wenn auch in bedeutend geringerem Grade, etwas Aehnliches zeigen, besonders der Schädel eines Indianers aus Tennessee. Schaaffhausen hält den Neanderthalschädel für den Typus einer besonderen Rasse, der er den Namen homo neanderthalensis beigelegt hat. Man muss die Berechtigung zu einer solchen Behauptung durchaus bestreiten, nicht minder wie die Aeusserung desselben Gelehrten, dass ein Schädel, der nicht das Zeichen niederer Organisation an sich trägt, selbst dann nicht als von Urmenschen herrührend angesehen werden dürfe, wenn er auch zwischen den Knochen erloschener Thiergeschlechter gefunden werden sollte, vollständig verfrüht und wissenschaftlich gegenwärtig durchaus unhaltbar ist. (Vergl. Schaaffhausen, Ueber die Urform des menschlichen Schädels.)

²¹⁾ Verhandl. des naturhist. Vereins. Bonn 1864.

²²⁾ Darwin, Entsteh. d. Arten. S. 488.

²³⁾ R. Wagner in Troschel's Archiv der Naturgeschichte. 29. Jahrgang II, S. 15.

²⁴⁾ Im zweiten Bande des Archivs für Anthropologie. Im 10. Bande von Moleschott's Untersuchungen giebt Carl Vogt ein Resumé seiner Arbeit, in welchem Folgendes das Wichtigste:

»Aus der Untersuchung der Schädel erwachsener Mikrocephalen geht hervor, dass sich darunter sowohl Lang- wie Kurzköpfe befanden und dass hinsichtlich der Lagerung und Gestalt des eigentlichen Schädels die Mikrocephalen um so mehr den Affen gleichen, je geringer ihre Schädelcapacität und damit auch das Hirnvolumen ist; dass die Entwicklung der Stirnhöhlen und die dadurch bedingte Aufwulstung der Augenbrauen, die Ausbildung der Muskelansätze am Schädel ebenfalls derjenigen der Affen entspricht; dass dagegen das Gesicht durch Entwicklung des Kinnes, durch Bildung und Stellung der Zähne zwar ein menschliches ist, dennoch aber das Hervortreten (Prognathismus) der Schnauze ein affenähnliches genannt werden kann, so dass man schliesslich die Mikrocephalen im Allgemeinen als Wesen charakterisiren kann, bei welchen die Schädelkapsel eines Affen dem prognathen Gesichte eines Menschen von niederer Rasse aufgesetzt ist. — Die Untersuchung des Wachsthumsgesetzes des Schädels beim normalen Menschen, dem Affen und den Mikrocephalen hat ergeben, dass der Mensch in der Entwicklung seines Gehirnvolumens eine bemerkenswerthe Ausnahme von den ihm nahestehenden Säugethieren bildet, indem sein Hirnvolumen von der Geburt an bis zur Vollendung der ersten Lebensjahre fast genau um ebenso viel zunimmt, als während des

ganzen übrigen Lebens; während im Gegentheil die Schädelkapsel des Affen, sowie diejenige der Mikrocephalen stetig zunimmt, freilich nur in sehr geringem Maasse, und diese Zunahme keine solche Sprünge gewahren lässt, wie sie beim normalen Menschen vorkommen. Der Entwicklung seiner Schädelkapsel nach ist also der Mikrocephale Affe. Hinsichtlich des Gesichtstheils des Schädels bestätigt sich für die Mikrocephalen hingegen das Wachsthumsgesetz des Menschen, so dass diese Betrachtungsweise mit derselben Bestimmtheit auf jenen Satz hinweist, auf welchen schon die Betrachtung des Erwachsenen allein führte, nämlich dass der Kopf aus zwei Elementen zusammengesetzt ist, aus der namentlich in der Wölbung und den Seitentheilen ausgesprochenen Schädelkapsel eines Affen und dem Gesichte eines Menschen, dass diese beiden Elemente sich nothwendiger Weise in der Schädelbasis mit einander mischen, und dass der Kopf des Mikrocephalen sich demnach zwei verschiedenen Richtungen zufolge entwickelt, oben nach dem Affentypus, unten nach dem Menschentypus. — Die Hirnbildung der Mikrocephalen konnte ich freilich nur an Ausgüssen des Schädels, nicht an aufbewahrten Gehirnen studiren, doch geben die von Gratiolet, Theile und Wagner gelieferten Abbildungen manchen Aufschluss. Zuerst nahm ich Messungen der einzelnen Lappen vor und aus der Vergleichung dieser Messungen mit den Ausgüssen normaler Menschen und Affen ergab sich für das Gehirn genau dasselbe Resultat, wie für den Schädel, nämlich, dass die Stammtheile des mikrocephalen Gehirns dem menschlichen Entwicklungsgesetz folgen, Kleinhirn und Hirnstamm ganz, Schläfenlappen zum grössten Theil; während die oberen Gewölbtheile dem Entwicklungsgesetze des Affen folgen, Scheitel- und Stirnlappen ganz, Hinterlappen weniger, dass aber diese Lappen selbst hinter der Gewölbentwicklung des Affen etwas zurückbleiben. — Specielle Momente der Erzeugung solcher Wesen, die der Volksmund sogleich als Affen bezeichnet, finden sich bei den Eltern durchaus nicht; es können dieselben mithin nur als Erscheinungen aufgefasst werden, die mit einem tiefer begründeten Gesetze der Vererbung in Zusammenhang stehen. Vogt versucht nun nachzuweisen, dass die Vererbung der Charaktere bei der Erzeugung auch nothwendiger Weise eine Veränderlichkeit in sich schliesst, und dass diese Veränderlichkeit häufig auf frühere Generationen zurückgreife (Atavismus) und zwar entweder normaler Weise, als Generationswechsel, oder scheinbar irregulär. Ferner stützt Vogt sich auf die Beobachtungen von

Gaudry und Rüttimeyer, wonach theils in normaler, theils in abnormer Weise beim Zahnwechsel der Pferde und in den Füßen mancher Pferdefüßen Bildungen auftreten, welche auf geologische Ahnen der Pferde (Hipparion) hinweisen, die jetzt nur noch fossil gefunden werden, und kommt zu dem Schlusse, dass die Mikrocephalie eine partielle atavistische Bildung ist, welche in den Gewölbbtheilen des Gehirns auftritt und als nothwendige Folge eine Ablenkung der embryonalen Entwicklung nach sich zieht, die in ihren wesentlichsten Charakteren auf den Stamm zurückführt, von welchem aus die Menschengattung sich entwickelt hat. Als Schlussresultate stellt Vogt folgende Sätze auf:

»1) Die psychischen Functionen hängen von der Bildung des Gehirns ab; sobald dieses affenartig entwickelt ist, ist auch das von normalen Eltern erzeugte Menschenkind von Geist und Gemüth ein Affe, wenn auch von Körper ein Mensch.«

»2) Menschen und Affen sind von einem gemeinsamen Stamme herzuleiten, dessen Grundform in der gegenwärtigen Schöpfung nicht mehr repräsentirt ist.«

²⁵⁾ R. Wagner, Vorstudien zu einer wissenschaftlichen Morphologie und Physiologie des Gehirns als Seelenorgan. 2. Abhandlg.: Ueber den Hirnbau der Mikrocephalen etc. Göttingen 1862.

²⁶⁾ Archiv für Psychiatrie. Jahrgang 1868.

²⁷⁾ Troschel, Archiv für Naturgeschichte. 28. Jahrgang, Bd. II., S. 110. Nach eingehenden Untersuchungen der Extremitäten des Menschen und einer grossen Anzahl von Affen, kommt Lucae zu dem Ergebnisse, dass allein beim Menschen die Endglieder der Extremitäten in Hand und Fuss vollständig geschieden und in ihren Functionen vollkommen getrennt sind. Abhandlg. d. Senkenberg. naturf. Gesellschaft V, S. 275 u. ff.

**Wechselseitige Verwandtschaft organischer Körper;
Morphologie; Embryologie; rudimentäre Organe.**

Die Untersuchungen, welche Darwin in demjenigen Capitel seines berühmten Werkes, das die vorstehende Ueberschrift trägt mittheilt, zählen nach der Auffassung des britischen Naturforschers zu den wichtigsten Stützen seiner Theorie. Darwin fühlt dies selbst, und ganz entgegen seiner gewohnten behutsamen Art der Schlussfolgerung erklärt er zu Ende des betreffenden Abschnittes kühn und offen: „In der That, schon die ungezwungene, ja von selbst erscheinende Erklärung der rudimentären Organe, und die wichtigen Folgerungen, welche sich hieran knüpfen, sind wohl geeignet, schwerwiegend zu Gunsten der Selectionstheorie in die Wagschale zu fallen.“

Ernst Häkel sagt ¹⁾: „Beide Reihen der organischen Entwicklung, die Ontogenesis des Individuums und die Phylogenesis des Stammes, zu welchem dasselbe gehört, stehen in innigstem, ursächlichem Zusammenhange. Ich habe diese Theorie, welche ich für äusserst wichtig halte, im zweiten Bande meiner generellen Morphologie ausführlich zu begründen versucht. Wie ich dort zeigte, ist die Ontogenesis, oder die Entwicklung des Individuums, eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung (Recapitulation)

der Phylogenesis oder der Entwicklung des zugehörigen Stammes, d. h. der Vorfahren, welche die Ahnenkette des betreffenden Individuums bilden. In diesem innigen Zusammenhange der Ontogenie und Phylogenie erblicke ich einen der wichtigsten und unwiderleglichsten Beweise der Descendenztheorie. Es vermag Niemand diese Erscheinungen zu erklären, wenn er nicht auf die Vererbungs- und Anpassungsgesetze zurückgeht; durch diese erst sind sie erklärlich. Ganz besonders verdienen dabei die Gesetze unsere Beachtung, welche wir früher als die Gesetze der abgekürzten, der gleichzeitigen und der gleichörtlichen Vererbung erläutert haben. Indem sich ein so hochstehender und verwickelter Organismus, wie es der menschliche oder der Organismus jedes anderen Säugethieres ist, von jener einfachen Zellenstufe an aufwärts erhebt, indem er fortschreitet in seiner Differenzirung und Vervollkommnung, durchläuft er dieselbe Reihe von Umbildungen, welche seine thierischen Ahnen vor undenklichen Zeiten während ungeheurer Zeiträume durchlaufen haben. Gewisse, sehr frühe und tiefstehende Entwicklungsstadien des Menschen und der höheren Wirbelthiere überhaupt entsprechen durchaus gewissen Bildungen, welche zeitlebens bei niederen Fischen fort dauern. Es folgt dann eine Umbildung des fischähnlichen Körpers zu einem amphibienartigen. Viel später erst entwickelt sich aus diesem der Säugethierkörper mit seinen bestimmten Charakteren, und man kann hier wieder in den aufeinander folgenden Entwicklungsstadien eine Reihe von Stufen fortschreitender Umbildung erkennen, welche offenbar den Verschiedenheiten verschiedener Säugethierordnungen und Familien entsprechen. In derselben Reihenfolge sehen wir aber auch die Vorfahren des Menschen und der höheren Säugethiere in der Erdgeschichte nach einander auftreten: zuerst Fische, dann Amphibien, später niedere und zuletzt höhere Säugethiere. Hier ist also die embryonale Entwicklung des Individuums durchaus parallel der paläontologischen Entwicklung des ganzen zugehörigen Stammes; und diese äusserst interessante und wichtige Erscheinung ist einzig und allein durch Darwin's Selectionstheorie, durch die Wechselwirkung der Vererbungs- und Anpassungsgesetze zu erklären.“

R. Wagner giebt ebenfalls den rudimentären Organen und den morphologischen Verwandtschaftsbildungen eine genealogische Grundlage, aber freilich in einem anderen Sinne als Darwin. Bei letzterem sind, wie R. Wagner sich ausdrückt²⁾, alle diese morphologischen Elemente in steter Umänderung begriffen, werdende Neubildungen für neue Species, während der Göttinger Anthropologe sie umgekehrt als Ueberbleibsel von Kräften einer gemeinsamen organischen Grundmaterie betrachtet, die in verschiedene Stücke zerfallen, ähnlich wie die elterlichen und vor-elterlichen Zeugungsstoffe (Same und Ei) mit präformirten Qualitäten behaftet sind, welche in ihren Entwicklungen fortexistiren und dadurch ihre primitive genealogische Verwandtschaft documentiren. Wagner hat sich die nähere Ausführung für eine künftige Darstellung vorbehalten, wovon noch nichts bekannt geworden; doch empfiehlt sich die Darwin'sche Erklärung seiner schwer verständlichen Erörterung gegenüber durch ihre Einfachheit und strenge logische Consequenz. In der That kann man nicht anstehen, einer Theorie beizupflichten, welche nicht nur die Nothwendigkeit einer Erscheinung aus einem einfachen durch eine Reihe anderer Thatsachen bereits gestützten Princip erklärt, sondern welche auch die Gesetze dieser Erscheinung mit einer bewundernswürdigen Klarheit als zwingende Nothwendigkeiten offen darlegt. Wenn wir erstaunt und rathlos dastehen vor dem plötzlichen Auftreten atrophischer (rudimentärer) Organe in den seltenen monströsen Individuen, wenn wir rudimentäre Bildungen in beträchtlicher Grösse beim Embryo, verhältnissmässig geringer entwickelt und resorbirt im ausgewachsenen Organismus erblicken, und wenn wir die nämlichen zwecklosen Formen bei nahe verwandten Arten beträchtlich variiren, ja ganz fehlschlagen sehen: so giebt uns allein der Darwin'sche Ideengang den leitenden Faden in die Hand zur ursächlichen Erklärung dieser geheimnissvollen Phänomene. Sehr charakteristisch sagt der britische Forscher³⁾: „Organe-Stummel kann man mit den Buchstaben eines Wortes vergleichen, welche beim Buchstabiren desselben noch beibehalten, aber nicht mit ausgesprochen werden und bei Nachforschungen über dessen Ursprung als vortreffliche Führer dienen.“

Nur die Erbliehkeitsgesetze im Sinne Darwin's vermögen eine einfache und befriedigende Erklärung aller im Auftreten rudimentärer Organe sich offenbarender Erscheinungen zu geben; sie erklären auch das richtige, aber nicht zum klaren Bewusstsein gelangte Princip der meisten und angesehensten Systematiker, welche bei ihren Classificationen den nutzlosen atrophischen Gebilden in vielen Fällen eine ungleich höhere systematische Bedeutung beilegen, als anderen Theilen von grosser functioneller Wichtigkeit. Denn jede systematische Eintheilung der Organismen in ein natürliches System darf nicht auf blossen äusseren Analogien, sondern muss in ihren letzten Gründen auf wahrer Blutsverwandtschaft beruhen. Solches allein vermag den Forderungen zu genügen, welche schon der grosse Reformator Linné *) formulirte, als er sagte: „Ich gestehe, dass ich keine natürliche Methode kenne; denn wäre dies der Fall, so könnte ich von dem Allgemeinen auf das Specielle zurückgehen und einen festen Grundsatz durchs Ganze hindurchführen.“

Dunkler und schwieriger, aber von der höchsten Wichtigkeit für die Darwin'sche Artenentstehungstheorie sind die Erscheinungen der embryologischen Entwicklung im Allgemeinen. Es ist heute keinem Zweifel mehr unterworfen, dass die Embryos sämmtlicher Wirbelthiere in gewissen sehr frühen Stadien ihrer Existenz sich äusserlich höchstens nur durch ihre Grösse von einander unterscheiden und dass erst im Verlaufe der Entwicklung die Verschiedenheiten sich ausbilden, welche das vollkommen gebildete Thier in seine bestimmte Classe und Ordnung hineinweisen. In gewissen Fällen ist die Uebereinstimmung der Embryobildung in späteren Stadien derselben von grosser Wichtigkeit für die Stellung des fertig gebildeten Wesens im natürlichen Systeme. Diese Thatsache kann in bestimmten Fällen nicht geleugnet werden; es verräth sich dann die Verwandtschaft, wemngleich die spätere Organisation beträchtlich abgeändert oder verhüllt sein mag. Darwin verallgemeinert dieses Factum und nach ihm enthüllt uns der Embryo, der nichts anderes als das Thier in seinem weniger modificirten Zustande ist, insofern die Structur seines Stammvaters. Ernst Häkel ist diesen Conse-

quenzen beigetreten und hat sie sogar zu einer vollständigen schulgerechten Theorie entwickelt, deren Grundzüge wir bereits im Beginne dieses Capitels mit des Autors eigenen Worten auseinander gesetzt haben. Chemische Mischungsverschiedenheiten in der molekularen Zusammensetzung der eiweissartigen Kohlenstoffverbindungen, aus denen das Ei wesentlich besteht, bedingen nach Häkel die Unterschiede zwischen den verschiedenen Säugthierclassen. Diese feinen individuellen Unterschiede aller Eier sollen speciell auf dem Gesetze der individuellen Anpassung beruhen und unter Mitwirkung der übrigen Vererbungsgesetze die Erscheinungen in der Weise zu Stande bringen, wie sie uns in der That aus der Natur entgegentreten. Die specielleren Ausführungen Häkel's erhellen mit seltener Klarheit einzelne Theile auf dem unergründeten, dunkeln Gebiete des Werdens; sie scheinen selbst die Perspective eines tieferen philosophischen Verständnisses anzubahnen. Allein andererseits ist wohl zu bedenken, dass der einigermaassen sicher ergründeten Thatsachen nur erst wenige sind, und dass daher die weiteren Ausführungen, so folgerichtig sie auch von beschränktem Standpunkte aus erscheinen mögen, doch keine innere Naturnothwendigkeit involviren. Wenn beispielsweise die Kiemenbogen der Fische sich in den embryonalen Anlagen sämmtlicher Wirbelthiere, den Menschen eingeschlossen, wiederfinden, so kann man daraus vom Standpunkte der Häkel'schen Anschauung auf einen ursprünglich fischartigen Urahn schliessen, aber es liegt keine zwingende Nothwendigkeit in diesem Schlusse, eben weil die vermittelnden Ideen nicht den Anspruch absoluter Richtigkeit machen können, da sie an dem Mangel hinreichend zahlreicher und richtig erkannter empirischer Grundlagen leiden.

Wenn wir daher auch aus Gründen individueller Anschauung denjenigen Schlüssen Darwin's und Häkel's, welche in diesem Capitel erörtert worden sind, beipflichten wollten, so müssen wir uns doch vorläufig da vor ihnen verwahren, wo man den Anspruch an wissenschaftlich bereits gesicherte Thatsachen uns gegenüber erhebt.

Wir sind jetzt alle Einzelheiten der Darwin'schen Theorie

durchgegangen (auf einige Consequenzen derselben wird indess noch in den folgenden Capiteln zurückgegriffen werden) und daher in der Lage, ein Schlussfacit zu ziehen; wir glauben dies um so beruhigter thun zu können, als wir uns in den vorhergehenden Capiteln bemühten, mit Vermeidung aller Parteilichkeit das Für und Gegen der einzelnen Punkte zu erwägen und das Unsichere und Schwankende überall streng von demjenigen zu sondern, was nach dem dermaligen Zustande unseres Wissens als gesichert angenommen werden muss.

Darwin's Lehre ist gross und erhaben wie die Natur selbst; es existirt keine empirisch erkannte Thatsache, welche ihr absolut widerspricht, dahingegen eine Menge von Erscheinungen auf dem Gebiete des Lebens erst durch sie ein richtigeres Verständniss und eine klarere Stellung im Reiche der Natur erhalten. Anderseits spricht aber auch keine Thatsache mit zwingender Nothwendigkeit ausschliesslich für die von Darwin vertretene Entwicklungstheorie. Der Versuch Darwin's, den Schöpfungsplan, die Entwicklungen der mit Leben begabten Organisationen an der Erdoberfläche zu enthüllen, ist dem vorschwebenden Ideale näher gekommen, als alle früheren Bestrebungen dieser Art; aber es ist ungerechtfertigt, zu behaupten, dass er es ganz erreiche. Darwin hat einen gewaltigen Schritt vorwärts gethan, aber das Ziel ist hiermit noch nicht erreicht worden. Wir können keineswegs der Ansicht des verdienstvollen Rudolph Wagner beipflichten, dass die Darwin'sche Theorie sich über kurz oder lang überleben werde und dass man durch sie wieder ein schlagendes Beispiel zu Gunsten der Behauptung jenes berühmten Philosophen erhalte, der von den Deutschen sagte, „dass sie bei jeder Gelegenheit ins Schwärmen gerathen“⁵⁾; aber ebenso wenig können wir Denjenigen beipflichten, welche behaupten, in der gegenwärtigen Darwin'schen Theorie die letzte und allein gültige Erklärung für alle Erscheinungen der Nach- und Nebeneinanderfolge des Lebens an der Erdoberfläche zu erblicken. Wer dieser letzteren Ansicht nicht beipflichten wollte, den könnte man leicht auf eine Reihe von Schwierigkeiten verweisen, die sich der Darwin'schen Theorie in ihren letzten Consequenzen

da entgegenstellen, wo es sich um die Entwicklung der organischen Natur aus den einfachsten und untersten Gestalten handelt. Darwin gelangt zu dem Ergebnisse, dass die Thiere von höchstens vier oder fünf, und die Pflanzen von ebenso vielen oder noch weniger Stammarten herrühren, allein es konnte diesem Forscher nicht entgehen, dass seine Theorie, wenn sie mit der Wahrheit übereinstimmt, mehr verlangt, und so dehnt er denn seine Schlussfolgerung bis zu der Behauptung aus: „dass wahrscheinlich alle organischen Wesen, die jemals auf dieser Erde gelebt, von irgend einer Urform abstammen, welcher das Leben zuerst vom Schöpfer eingehaucht worden ist ⁶⁾.“ Abgesehen von den Einwüfen, die man bisher gegen diese Urform — Häkel's neutrale Urmoneren — vorgebracht hat und die sich gesammelt im Anhang zu der deutschen Uebersetzung von Darwin's Werk über die Entstehung der Arten finden ⁷⁾, glauben wir, dass eine sehr grosse Schwierigkeit darin liegt, dass die benöthigten Zeiträume fehlen, um alle jene Entwicklungen zu gestatten, welche Darwin von seinem neutralen Urwesen aus verlangt. Wenn Albert Lange bewiesen hat ⁸⁾, dass vom streng philosophischen Standpunkte aus jede naturwissenschaftliche Hypothese mit voller Berechtigung über die grössten Zeiträume verfügen darf, so hat doch dieser Beweis für den vorliegenden Fall keine Gültigkeit, indem wir bestimmt wissen, dass unser Erdball einen Anfang seines Daseins besitzt und dass dieser Anfang nicht so weit hinter der Gegenwart liegen kann, als man früher anzunehmen geneigt war. Nach den früher mitgetheilten Berechnungen und den neuesten Entwicklungen von Thomson ist es nicht gestattet, das Alter unserer Erde bedeutender anzunehmen, als höchstens einige tausend Millionen Jahre, wahrscheinlich ist es aber viel geringer. Rechnet man hiervon ab den ungeheuren Zeitraum, der verfloss, ehe die erkaltete Erdkruste fähig war, selbst die niedrigsten organischen Gebilde zu beherbergen, und erwägt man ferner, dass gerade die einfachsten und untersten Organisationen am unempfindlichsten gegen die Zuchtwahl im Kampfe ums Dasein sein mussten, so kann man den Zeitraum, welcher der Entwicklung zu Gebote stand, nicht

ausreichend erklären, alles das aus einer neutralen, einfachen Urform (wenn auch in zahllosen Individuen vertreten) hervorzu- bringen, was wir gegenwärtig im organischen Reiche der Natur wahrnehmen.

Wir sind uns recht wohl bewusst, dass gerade durch das In- fragestellen der letzten Consequenzen Darwin's der ganzen Theorie die Spitze abgebrochen wird; aber die oben angeführten Gründe, welche sich auf das Alter der Erde beziehen, erscheinen uns belangreich genug, um dieses Verfahren zu rechtfertigen. Dahingegen steht diejenige Annahme mit keiner naturwissen- schaftlichen Thatsache im Widerspruch, welche die Entwicklung des Thierreichs aus vier oder fünf, diejenige des Pflanzenreichs aus einer noch geringeren Anzahl von Stammformen behauptet; aber es muss der Zukunft anheim gestellt bleiben, zu zeigen, dass diese Annahme eine ebenso nothwendige ist, als die Annahme Laplace's über die Entstehung des Sonnensystems und unseres Erdballes.

Anmerkungen.

¹⁾ Häkel, *Natürliche Geschichte der Schöpfung*. S. 253.

²⁾ Troschel, *Archiv für Naturgeschichte* 28. Jahrgang, Bd. II. S. 21. Vergl. *Vorstudien zu einer wissenschaftlichen Morphologie und Physiologie des Gehirns*. 2. Abhandlung. Göttingen 1862.

³⁾ Darwin, *Entst. d. Arten* 1. Auflage. Deutsch von Bronn. S. 459.

⁴⁾ Vergl. Jessen, *Botanik der Gegenwart und Vorzeit*. Leipzig 1864. S. 415. Häkel hat sich (*Generelle Morphologie der Organismen*. 2 Bde. Berlin 1866, und *Natürl. Geschichte der Schöpfung*. Berlin 1868) sehr viele Mühe gegeben, genealogische Tabellen des natürlichen Systems der Organismen, »Stammbäume der organischen Welt« zu construiren, doch hat er es ebenso wenig wie seine Vorgänger auf analogem Gebiete vermocht, der sich entgegenthürmenden Schwierigkeiten Herr zu werden. Das beweist z. B. für die Säugethiere die Stellung der Hapaliden und im enthomologischen Theile das geringe Gewicht, welches er der Bildung der Mundtheile gegenüber auf die Metamorphose legt. In dem Reiche der »Protisten«, welche eine Mittelstellung zwischen Pflanzen und Thieren einnehmen und weder dem einen, noch dem anderen angehören, sieht man nicht ohne Erstaunen auch die Pilze figuriren, während doch gegenwärtig bekannt ist, dass gerade diese eine sehr mannigfaltige geschlechtliche Fortpflanzung besitzen und man annehmen darf, dass da, wo weder sexuelle Fortpflanzung, noch Conjugation beobachtet wurde, nur die Mangelhaftigkeit unserer Kenntnisse und der schwierig festzustellende Generationswechsel dies bedingen. Durch die Arbeiten von Prings-

heim (Jahrbuch f. wissensch. Botanik I, S. 289; II, S. 205) und De Bary (Ann. des sciences nat. T. XX) ist die Art und Weise der Befruchtung der Phycomyceten in ein klares Licht gestellt worden. Unter den Hymenomyceten haben die Untersuchungen von Karsten für die Hutpilze die ersten Andeutungen der Art und Weise der Befruchtung geliefert. Von Discomyceten hat zuerst De Bary für *Peziza confluens* die Befruchtung nachgewiesen und Tulasne dies bestätigt. Vergl. De Bary, Fruchtbildung der Ascomyceten. Leipzig 1863. — Ueberhaupt leidet die Darstellung Häkel's allzu sehr an Verallgemeinerung einzelner, häufig nicht einmal einwurfsfrei bewiesener Thatsachen. Die Entwicklungsgeschichte muss gewiss in erster Linie für alle systematischen Grundlagen benutzt werden, allein es muss dabei auch ihrer zeitweiligen Unvollkommenheit gebührend Rechnung getragen werden. Die Untersuchungen von Stein, Balbiani und Engelmann, wenn sie auch im Einzelnen noch abweichen, stimmen doch darin überein, dass für die Infusorien eine geschlechtliche Fortpflanzung nicht mehr zu bezweifeln ist. Was die älteren Forscher nach Ehrenberg's Vorgänge als Längstheilung auffassten, ist eine wahre Begattung. Die Geschlechtsöffnungen liegen, wie Balbiani nachgewiesen, in der Nähe der Mundtheile. Die Begattung dauert gewöhnlich einige Tage, während deren die Infusorien mehr oder minder innig mit einander verbunden (bei *Stylonychio* sogar vollständig verwachsen) sind. Hierauf erfolgt Trennung und vollständiges Einschwinden der männlichen Geschlechtsorgane, während die weiblichen nur zum Theil nach Ablegen der Eier verschwinden. (Vergl. Balbiani, Rech. sur les phénom. sexuels des Infusoires. Paris 1861.) Stein und Engelmann sehen die scheinbare Längstheilung oder Syzygie als eine Conjugation an, welche die eigentliche geschlechtliche Fortpflanzung vorbereite. Neben dieser beobachtete Engelmann auch bei gewissen Oxytrichinen eine zweite Art von Copulation, welche in einer vollständigen Verschmelzung zweier Individuen zu einem einzigen besteht, und nach dem Beobachter keinen sexuellen Charakter besitzt. Vergl. Zeitschft. für wissenschaftl. Zoologie XI, S. 347 u. ff.

⁵⁾ Troschel, Archiv für Naturgeschichte 29. Jahrgang, Bd. II, S. 12. R. Wagner bemerkt hier unter Anderem: »Je sorgfältiger und umfassender wir die allgemeinen Vorgänge des natürlichen Geschehens auf der Erde betrachten, um so mehr werden wir auf eine gewisse Summe von primitiven organischen Wesen als gleichzeitig

mit einander existirend und in gegenseitiger Abhängigkeit zu einander stehend, welche für die Erhaltung ihrer Existenz als nothwendig erscheint, verwiesen.«

»Jede von einer gewissen Stabilität der Arten, als innerhalb gewisser Grenzen zwar variablen, aber diese nicht überschreitenden historisch beharrlichen Formen abweichende unbedingte Transmutationstheorie führt zu einem Formenchaos, zu welchem in keinem Theile der Wissenschaft ein Beleg vorhanden ist, weder in der lebenden, noch in der untergegangenen Pflanzen- und Thierwelt.«

»Die stärkste Stütze erhält das physiologische Princip als Art-criterium neuerdings durch die fortwährend sich vermehrenden Fälle des sogenannten Generationswechsels: Hier sehen wir gerade die allergrösste Stärke und Constanz in der Beharrlichkeit der Art bei den verschiedensten äusseren Erscheinungsformen, also gerade unter solchen Einflüssen, welche im Darwin'schen Sinne formverändernd, Arten-Charaktere auflösend wirken sollen.«

Diesem letzteren Einwurfe begegnet die Transmutationstheorie übrigens sehr leicht durch den Hinweis darauf, dass die Erscheinungen des Generationswechsels weiter nichts als Phänomene eines regulären Atavismus sind.

Kölliker macht den Generationswechsel für die von ihm aufgestellte Entwicklungstheorie geltend, nach welcher unter dem Einflusse eines allgemeinen Entwicklungsgesetzes die Geschöpfe aus von ihnen gezeugten Keimen andere abweichende hervorbringen und zwar 1) dadurch, dass die befruchteten Eier bei ihrer Entwicklung unter besonderen Umständen in sichere Formen übergehen sollen; 2) dass die primitiven und späteren Organismen ohne Befruchtung aus Keimen oder Eiern (Parthenogenesis) andere Organismen erzeugten. Als lebhaft für diese »Theorie der heterogenen Zeugung« sprechend, sieht Kölliker diejenigen Erscheinungen des Generationswechsels an, welche bei den Hydrozoen vorkommen; auch die Echinodermen und die Ammen der Trematoden werden als für diese Theorie sprechend, angeführt. Kölliker bemerkt selbst, dass es freilich vorläufig durch keinerlei directe Thatsachen nachgewiesen sei, wie ein befruchtetes Ei eines Thieres zu einer sicheren Form sich zu entwickeln im Stande wäre, allein die Möglichkeit eines solchen Vorganges könne nicht bezweifelt werden, da die Embryonen grösserer Thiere sich ungemein ähnlich sehen. Kölliker hebt hervor, sein Grundgedanke sei der, dass der Entstehung der gesammten organischen Welt ein grosser

Entwicklungsplan zu Grunde liege, der die einfacheren Formen zu immer mannigfaltigeren Entfaltungen treibe; ferner statuirt er viele sprungweisen Veränderungen. Letztere finden indess auch sicherlich nach Darwin's Theorie statt, obgleich dieser Naturforscher allenthalben das Gegentheil hervorhebt. Die Wirkungen der natürlichen Züchtung im Kampfe ums Dasein können aber keineswegs ohne sprungweise Uebergänge gedacht werden, wenngleich das Maass in den einzelnen Fällen sehr verschieden und nicht genau anzugeben ist. Schliesslich bemerkt Kölliker noch, dass nach seiner Theorie eine solche Schöpfung wenn auch eine lange, so doch nicht eine alles Maass und alle Wahrscheinlichkeit überschreitende Zeit in Anspruch nehme.

6) Darwin, Entst. d. Arten. S. 488.

7) A. a. O. S. 495 bis 520.

8) A. Lange, Geschichte des Materialismus und Kritik seiner Bedeutung in der Gegenwart. Iserlohn 1866.

Darwin's Pangenesis.

Die Vererbung gewonnener Charaktere, die Ueberlieferung der Anpassung an die Nachkommenschaft, welche wir innerhalb gewisser Grenzen als thatsächlich in der Natur stattfindend anzunehmen gezwungen sind, hat sich in unseren bisherigen Untersuchungen lediglich als eine Erscheinung dargestellt, deren Realität unzweifelhaft, deren wissenschaftliche Nothwendigkeit aber für uns durch Nichts begründet erscheint. Wir sehen die That-sachen, aber wir vermögen sie theoretisch nicht mit bereits Erkanntem in ursächliche Wechselbeziehung zu setzen. Darwin hat es versucht ¹⁾, die einzelnen Facta durch ein umschlingendes Band zu einem wissenschaftlichen Ganzen zu vereinigen; er hat in seiner „Pangenesis“ eine Hypothese aufgestellt, welche erklären soll, wie es möglich ist, dass beispielsweise ein in einem Verfahren aufgetretener und wieder erloschener Charakter, plötzlich bei irgend einem Nachkommen wiedererscheinen kann; wie es kommt, dass die Wirkung des vermehrten oder verminderten Gebrauches eines Gliedes sich auf das Kind forterbt u. s. w. Darwin nennt seine Hypothese eine „vorläufige“; wir werden bald sehen, dass sie eine ganz verfehlt ist.

Die bewundernswürdig fortgeschrittene Physiologie der Neuzeit hat gezeigt, dass die Substanz der animalischen und vegetabilischen Naturkörper aus kleinen, dem unbewaffneten Auge meistens nicht mehr unterscheidbaren Gebilden, den Zellen, be-

steht, die sich durch Theilung vermehren und zuletzt in die einzelnen Gewebe und Substanzen des Körpers umgewandelt werden. Darwin geht nun von der hypothetischen Voraussetzung aus, dass die einzelnen Zellen unmittelbar vor ihrer Veränderung in die fertige Substanz bestimmte Partikelchen oder Atome abgeben, welche in dem ganzen organischen Körper frei circuliren und, wenn sie genügende Nahrung aufnehmen, sich durch Theilung vermehren und schliesslich zu selbständigen Zellen zu entwickeln vermögen. Diese unsichtbar kleinen Körperchen werden Keimchen genannt. Darwin setzt voraus, dass sie von dem elterlichen Organismus den Nachkommen überliefert werden und sich meistentheils in der unmittelbar folgenden Generation entwickeln; doch nimmt der britische Naturforscher auch an, dass sie geraume Zeit hindurch gewissermaassen schlummern oder latent bleiben können und erst nach einer Reihe von Generationen zur Entwicklung gelangen. Ferner wird angenommen, dass die Entwicklung von der Vereinigung mit anderen, bereits in einer gewissen Entwicklungsphase stehenden Keimchen bedingt sei. Schliesslich sollen diese Keimchen nicht bloss von den fertigen Zellen, sondern von jeder Entwicklungsphase derselben abgegeben werden; auch ist Darwin der Ansicht, dass die Keimchen in ihrem schlummernden Zustande eine gegenseitige Verwandtschaft zu einander haben, die bei der Aggregation entweder zu Knospen oder zu den Sexualelementen führt. Zuletzt sind es demnach nicht die reproductiven Elemente, auch nicht die Knospen, welche neue Organismen erzeugen, sondern die Zellen selbst durch den ganzen Körper.

Analoge Theorien, wie die sojetzt nach Darwin erläuterte „Pangenesis“ sind bereits früher von Buffon und Bonnet vorgetragen worden.

„Verschiedenen Forschern,“ so äusserte sich Hooker auf der letzten Naturforscherversammlung in Norwich, „stehen die unendlich kleinen, in ununterbrochener Circulation befindlichen Keimchen so deutlich vor ihrem geistigen Auge, wie die Sterne der Milchstrasse an der nächtlich leuchtenden Himmelsdecke; Andere ziehen dagegen vor, ihre Idèe zu verkörperlichen, indem

sie dieselbe mit dem Worte „Potentialität“ bezeichnen, ein Wort, welches für den Geist keinen bestimmten Begriff umschliesst, und welches ihnen vielleicht gerade deshalb um so theurer ist. Was aber auch immer der wissenschaftliche Werth dieser Keimchen sein möge, so ist es immerhin sicher, dass wir mit Darwin's Pangenesis die vorzüglichste und klarste Einsicht in eine Anzahl wunderbarer Erscheinungen der Reproduction und der erblichen Uebertragung erhalten haben; und dass man bei dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft Nichts der unter Vorbehalt gemachten Annahme dieser Hypothese entgegenstellen kann, oder auch dieser Speculation als eines Mittels, die Erscheinungen durch ein einigendes Band unter einander zu verknüpfen.“

Ebenso sagt der Präsident der Linné'schen Gesellschaft, den Hooker einen Naturforscher von sprichwörtlich gewordener Vorsicht nennt:

„Mir scheint, dass die Pangenesis Darwin's von Vielen wird zugelassen werden als eine provisorische Hypothese, welche weiteren Untersuchungen zu unterwerfen ist, und die man nicht eher verwerfen darf, bis man eine andere bessere an ihre Stelle zu setzen hat.“

Dieser vorsichtige Ausspruch ist in seinem ersten Theile richtig, im letzten aber entschieden falsch. Denn leider besteht die Theorie der Pangenesis vor einer strengen Kritik so wenig, dass man kühn behaupten darf, sie müsse auch dann selbst verworfen werden, wenn man nie etwas Besseres an ihre Stelle zu setzen haben wird.

Darwin's Pangenesis ist nichts weiter als eine Recapitulation der Resultate der empirischen Forschung mit anderen Worten, wir möchten sagen: in einer anderen Mundart; ein Drehen im Kreise. Alles, was der britische Naturforscher erklären will und was ihm zur Zeit von den Gesetzen der Erbllichkeit bekannt ist, legt er in seine Keimchen hinein und es kommt dadurch natürlich auf der anderen Seite in seiner Theorie wieder zum Vorschein. Machen wir beispielsweise einen Augenblick die Annahme, dass bei einer gewissen Thier- oder Pflanzenart nach je zehn Generationen ein Rückschlag in irgend einem Theile der Körper-

constitution auf das erste Glied der Reihe stattfinden. Wie würde Darwin nach Analogie seines bisherigen Verfahrens bei Aufstellung der Pangenesis verfahren, um diese neue Thatsache einzureihen? Er würde offenbar den Keimchen der betreffenden Organismenart das Vermögen vindiciren, in gewissen Theilen zehn Generationen hindurch zu schlummern und erst dann zur richtigen Zeit zu erwachen. Und was wäre damit an Einsicht gewonnen? Offenbar nicht mehr wie mit der Erklärung des Feuers bei den Alten, als eines Etwas, das brenne. Aber noch mehr. Wie wird es uns begreiflich, dass zwei Keimchen in schlummerndem Zustande eine gegenseitige Verwandtschaft zu einander haben; und ist damit mehr gewonnen, als mit der einfachen Thatsache der correlativen Variation? Die Eigenthümlichkeiten, mit welchen Darwin seine Keimchen ausstattet, sind weiter nichts als rohe Uebertragungen der bei der Abänderung der Organismen auftretenden Erscheinungen. Ebenso unklar ist die Annahme Darwin's, dass die Zellen in jedem Zustande ihres Wachstums Keimchen abgeben, die sich selbst zu Zellen entwickeln; denn man ist offenbar durchaus im Unklaren darüber, ob die werdenden Zellen (die in Umwandlung begriffenen Keimchen) auch Keimchen ausgeben oder nicht, d. h. ob Keimchen zweiter und vielleicht noch höherer Ordnungen existiren. Sollen die Keimchen übrigens ihren Dienst in der richtigen Weise verrichten, so müssen sie allenthalben im Organismus in genügender Quantität vorhanden sein und in dem Maasse, wie die wahre Grösse dieser Keimchen kleiner gedacht wird, muss man nothwendig ihre Anzahl vermehren. Darwin denkt sich das Wachstum des Menschen etwa der Art, dass der Organismus des Kindes Keimchen einschliesst, die nach und nach entwickelt werden und den Mann bilden. Im Kinde soll jeder Theil, ebenso wie im Erwachsenen, denselben Theil für die nächste Generation erzeugen. Und nichtsdestoweniger behauptet doch Darwin, dass die Keimchen frei durch den ganzen Körper circuliren. Der feine, mit dem schärfstbewaffneten Auge noch erkennbare Bau und die verwickelten Functionen des Organismus erscheinen bewundernswürdig einfach gegenüber der hypothetischen Zusammen-

setzung, zu welcher Darwin greift, um die Gesetze der Vererbung zu erklären. Dennoch aber darf er consequenter Weise hierbei noch nicht stehen bleiben. „Wir betrachten,“ sagt Darwin, „jedes lebende Wesen als einen Mikrokosmos, ein kleines Universum, gebildet aus einer Menge sich selbst fortpflanzender Individuen, welche unbegreiflich klein und so zahlreich sind, wie die Sterne des Himmels.“ Aber der britische Forscher bedenkt gar nicht, dass mit dieser seiner Annahme für eine Erklärung der Thatsachen gar nichts gewonnen ist, denn diese kleinen, unsichtbaren Individuen, die sich selbst fortpflanzen, durch den Körper circuliren, schlummern und sich dabei anziehen und schliesslich wieder zu erneuerter Thätigkeit erwachen, müssen doch ihrerseits auch eine ganz bestimmte Organisation haben, da sie sonst ihren Dienst gar nicht verrichten könnten. Wo kommt man solcher Weise hinaus? Darwin thut nichts weiter, als die Ursache von Thatsachen in ein Gebiet zurückverlegen, das, ein freier Tummelplatz der Phantasie, sich immer weiter vor der exacten Wissenschaft zurückzieht.

Wir fühlen unsererseits kein Bedürfniss, an Stelle der „Pangenesis“ eine andere Hypothese zu setzen, gehen vielmehr von der Ansicht aus, dass noch lange nicht genug Thatsachen vorliegen, welche einen solchen Versuch rechtfertigen. Es muss für jetzt genügen, gezeigt zu haben, dass Darwin's Pangenesis unhaltbar ist.

Anmerkungen.

1) Darwin, Ueber das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication. Aus dem Englischen übersetzt von W. Carus. Stuttgart 1868. 2 Bde.

Die Generatio spontanea.

Wenn Darwin's überaus geistreiche Theorie einen leitenden Faden an die Hand giebt, um die Entwicklungen der gesammten organischen Welt mit grösserer oder geringerer Sicherheit verfolgen zu können, so versagt sie dagegen durchaus ihren Dienst, sobald es sich darum handelt, das Auftreten der ersten vitalen Erscheinungen an der Erdoberfläche wissenschaftlich ergründen zu wollen. Darwin bleibt dabei stehen, dass den ersten organischen Gebilden das Leben von einer schaffenden Allmacht eingehaucht worden und damit wird der naturgemässe Entwicklungsgang, dem wir rückwärts folgen konnten, zerrissen, der schöpferische Wille tritt ein an Stelle der natürlichen Nothwendigkeit. Man hat von vielen Seiten her dem britischen Naturforscher diese Concession an ein übernatürliches Eingreifen in die gewöhnliche Ordnung der Dinge sehr zum Vorwurfe gemacht, ja es ist als einer der wichtigsten Einwürfe gegen seine Theorie betrachtet worden. Von allen Aphängseln entkleidet, ist die Frage aber einfach die: Giebt es eine Entstehung organischer Wesen auf chemisch-mechanischem Wege aus dem unorganischen Stoffe? Diese Frage nach der Zulässigkeit der Generatio spontanea ist uralt und von jeher in diametral entgegengesetztem Sinne beantwortet worden ¹⁾. Darwin und mit ihm die hervorragendsten Forscher aller Zeiten verneinen sie. Aber gerade die Theorie der Artenentstehung hat in neuester Zeit wichtige Stimmen zu Gunsten der Urzeugung

hervorgerufen und neuerdings hat man den Weg des Experiments betreten, um eine Thatsache zu beweisen, welche seit den Arbeiten von Schultze und Schwann als nicht existirend betrachtet wurde. Am weitesten unter allen, welche den Namen Naturforscher verdienen, geht aber unstreitig Häkel, der, indem er zugiebt, dass die Urzeugung bis jetzt auf dem Wege des Experiments mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen sei, dennoch unterstellt, dass die Unmöglichkeit eines solchen Vorganges niemals bewiesen werden könne²⁾. Aber wenn auch zugegeben werden muss, dass sogenannte negative Beweise niemals denjenigen Grad von Zutrauen verdienen, welcher mit Recht positiven Zeugnissen beigelegt wird, so muss man doch im vorliegenden Falle gestehen, dass die Einwürfe Häkel's keineswegs von Bedeutung sind, und dass die allgemeine Einführung der Art und Weise, wie der genannte Jenaische Gelehrte bezüglich der Urzeugung schliesst, einen sehr bedauerlichen Rückschritt in der Naturwissenschaft documentiren würde. Häkel fusst darauf, dass die allgemeinen Zustände der Erde in der Urzeit ganz andere waren als gegenwärtig; das muss vollkommen zugegeben werden, — allein folgt daraus, dass damals eine Urzeugung Thatsache war? Gewiss nicht! Es folgt noch nicht einmal daraus, dass in jenen altersgrauen Tagen die Generatio spontanea überhaupt möglich war. Häkel wendet sich schliesslich an das Gemüth und sagt: „Wenn Sie die Hypothese der Urzeugung nicht annehmen, so müssen Sie an diesem einzigen Punkte der Entwicklungstheorie zum Wunder einer übernatürlichen Schöpfung Ihre Zuflucht nehmen. Der Schöpfer muss dann den ersten Organismus oder die wenigen ersten Organismen, von denen alle übrigen abstammen, jedenfalls einfachste Moneren oder Urcytoden, als solche geschaffen und ihnen die Fähigkeit beigelegt haben, sich in mechanischer Weise weiter zu entwickeln. Ich überlasse es einem Jeden von Ihnen, zwischen dieser Vorstellung und der Hypothese der Urzeugung zu wählen. Mir scheint die Vorstellung, dass der Schöpfer an diesem einzigen Punkte willkürlich in den gesetzmässigen Entwicklungsgang der Materie eingegriffen habe, der im Uebrigen ganz ohne seine Mitwirkung verläuft, ebenso

unbefriedigend für das gläubige Gemüth, wie für den wissenschaftlichen Verstand zu sein. Nehmen wir dagegen für die Entstehung der ersten Organismen die Hypothese der Urzeugung an, welche aus den oben erörterten Gründen, insbesondere durch die Entdeckung der Moneren, ihre frühere Schwierigkeit verloren hat, so gelangen wir zur Herstellung eines ununterbrochenen natürlichen Zusammenhanges zwischen der Entwicklung der Erde und der von ihr geborenen Organismen, und wir erkennen auch in dem letzten noch zweifelhaften Punkte die Einheit der gesamten Natur und die Einheit ihrer Entwicklungsgesetze³⁾.“ Leider kann sich die wahre wissenschaftliche Forschung auf derartige Gründe zur Behauptung einer angenommenen Thatsache nicht einlassen, denn die Einheit der gesamten Natur und die Einheit ihrer Entwicklungsgesetze erscheint offenbar bei Häkel keineswegs als Resultat der unabhängigen Forschung, sondern die Annahme der Generatio spontanea beruht in sehr willkürlicher Weise auf der Voraussetzung eines ununterbrochen natürlichen Zusammenhanges. Häkel ist hier ebenso sehr auf dem falschen Wege als da, wo er behauptet: „Es darf als einer der grössten Triumphe der neueren Biologie angesehen werden, dass wir die unendlich mannigfaltigen und verwickelten physikalischen und chemischen Eigenschaften der Eiweisskörper als die eigentliche Ursache der organischen oder Lebenserscheinungen nachgewiesen haben⁴⁾.“ Das ist aber keineswegs der Fall, vielmehr besteht das Hauptsächlichste, was bis jetzt auf diesem Gebiete geleistet worden, darin, dass die Eiweisskörper als die Träger — nicht die Ursache — der Lebenserscheinungen nachgewiesen sind. Es liesse sich hier noch Vieles anführen, aber jeder aufrichtige Naturforscher, der mit den Arbeiten auf diesem Gebiete bekannt ist, wird nicht anstehen beizupflichten, wenn wir behaupten, dass man von der eigentlichen Natur, den chemischen und physikalischen Eigenschaften der Eiweisskörper gegenwärtig noch ungemein wenig Sicheres weiss.

Wir haben hier nicht zu untersuchen, ob die alte, lange ausschliesslich herrschende, dann mehrfach stark erschütterte Annahme eigener Lebenskräfte in den organischen Gebilden be-

gründet ist oder nicht. Aber der Umstand, dass die Bestandtheile der organischen Körper nichts als eigenthümliche Verbindungen unorganischer Materie sind, kann mit Recht ebenso wenig vom rein wissenschaftlichen Standpunkte aus gegen die Existenz von Lebenskräften geltend gemacht werden, als die Annahme der letzteren durch Wöhler's Darstellung des Harnstoffs, Drechsel's Darstellung der Oxalsäure, Famintzin's Gewinnung von stärkekörnerartigen Gebilden aus unorganischen Körpern und durch die ferneren Fortschritte der synthetischen Chemie auf diesem Gebiete unzulässig sein sollte. Es handelt sich hier nicht darum, einer geheimnissvollen Lebenskraft als solcher das Wort zu reden, sondern nur die heute wissenschaftlich noch keineswegs bewiesenen Behauptungen Derer zurückzuweisen, welche wie der Verfasser der *Vestiges of creation*, aussprechen, dass lebendige Structuren aus der Wirkung einer Menge natürlicher combinirter Kräfte entstehen, als da sind: Schwere, Cohäsion, Elasticität, Einwirkung der unwägbaren Körper und alle die anderen Kräfte, welche auf Massen und Atome einwirken ⁵⁾. Solche völlig ungerechtfertigte Behauptungen, die nur dazu dienen, dem Fortgange der Wissenschaft hemmend in den Weg zu treten, sind seit dem Erscheinen von Darwin's Werk wieder vielfach und mit einer dem Nichteingeweihten imponirenden Sicherheit vorgebracht worden, während thatsächlich doch nicht ein einziges Beispiel zu Gunsten derselben vorliegt. Es soll hiermit durchaus nicht in Abrede gestellt werden, dass durch die neuesten Arbeiten, wie Famintzin bemerkt, die jetzt herrschenden Ansichten über die Grenze zwischen den Organismen und der sogenannten todtten Natur wankend gemacht worden sind, es soll nur vorsichtig vor zu grosser und kühner Verallgemeinerung auf Grund der gewonnenen Ergebnisse gewarnt werden.

Es wäre verlorene Mühe, alle die verschiedenen Motive, welche im Laufe der Jahrhunderte zu Gunsten einer angenommenen Urzeugung vorgebracht worden sind, im Einzelnen hier durchgehen zu wollen. Ebenso wäre es nicht zu rechtfertigen, wenn hier die meisten Versuche einzeln besprochen werden sollten, welche man, besonders in den vergangenen Jahrhunderten, als

beweiskräftig ansah. Das würde vergleichbar sein dem Verfahren eines Astronomen, der seine Untersuchungen über die Bewegungen der Planeten auf die unvollkommenen Beobachtungen eines Ptolemäus gründen wollte. Hier soll vielmehr nur eine kurze allgemeine Uebersicht gegeben werden, der sich einige Bemerkungen über die neuesten Versuche von Pouchet, Mousset, Montagazza und Pasteur anreihen werden.

Vor dem Erwachen der Wissenschaft im Abendlande war die Meinung allgemein verbreitet, dass die Larven der Insecten spontan aus verwesenden Stoffen entständen. Diese, noch aus der Aristotelischen Zeit überkommene Ansicht wurde für immer gestürzt durch die scharfsinnigen Untersuchungen, welche Franz Redi, Mitglied der vielgenannten florentinischen Akademie del Cimento, anstellte. Hierdurch galt die Generatio spontanea mit Recht für abgethan; aber die Entdeckung der Infusorien durch Leuwenhoek und seine Nachfolger war ganz geeignet, die Meinungen Derer wieder laut werden zu lassen, welche in der Urzeugung einen wichtigen, mit Unrecht geleugneten Act der schaffenden Thätigkeit der Natur erblickten. Allein die zu Gunsten dieser Ansicht damals angestellten Versuche von künstlicher Infusorienerzeugung aus anorganischer Materie können vor den Schranken der heutigen wissenschaftlichen Kritik keinen Stand halten. In Sachen der Generatio aequivoca ist es ganz besonders misslich, auf ältere Versuche zurückzugreifen; denn nicht allein ist es die Schwierigkeit, alle Fehlerquellen zu vermeiden, welche damals vollkommen unübersteiglich war, indem man die meisten Fehler gar nicht einmal kannte, vor denen man sich hüten muss; auch die Candidät der Beobachter kann nicht immer ohne Weiteres für unangreifbar gelten. Das beweisen die vielbesprochenen Versuche von Crosse und Weekes, wobei mittels einer mächtigen Volta'schen Batterie eine Art von Milben (*Acarus Crosii* genannt) in beträchtlichen Massen producirt wurden; während sich schliesslich das Ganze als Humbug herausstellte.

Die neuesten Untersuchungen von Pouchet ⁶⁾ und Anderen, welche nach Ansicht ihrer Urheber durchaus für die Existenz einer Generatio aequivoca sprechen, sind doch insofern wohl von

von einer wahren Urzeugung zu unterscheiden, als bei ihnen (ihre vollkommene Beweiskraft einen Augenblick vorausgesetzt) die genannten Organismen keineswegs aus unorganischen Grundstoffen, sondern aus solchen Verbindungen derselben, wie sie sich in einer organischen Bildungsflüssigkeit finden, entstehen. Aber auch diese Plasmogonie oder spontane Organismenentstehung aus bereits gebildeter organischer Materie kann heute noch keineswegs zugegeben werden.

Einer der Hauptversuche Pouchet's ist folgender, welcher übrigens mit negativem Erfolge bereits von Schultze und Schwann angestellt worden, von dem aber der französische Experimentator versichert, dass er, indem genau das nämliche Verfahren, wie jene beiden Gelehrten angewandt, und selbst indem es verändert und den Versuchen ein ungleich höherer Grad der Schärfe gegeben wurde, dennoch fortwährend ein positives Resultat erhielt. Pouchet sah kleine Thierchen und verschiedene Kryptogamen in Flaschen entstehen, wo vorher jeder organische Keim ertödtet war und wo die Luft nur hingelangen konnte, nachdem sie entweder in concentrirter Schwefelsäure gewaschen war, oder nachdem sie ein Labyrinth von rothglühenden Porcellanstückchen durchwandert hatte. „Obgleich,“ sagt Pouchet ²⁾, „meine zahlreichen Versuche bis zur Evidenz erweisen, dass die atmosphärische Luft die Trägerin von Keimen der Proto-Organismen weder ist noch sein kann, so habe ich doch geglaubt, dass ich die Reihe meiner Versuche glücklich krönen würde, wenn ich dahin gelangte, die Entwicklung eines organischen Wesens zu bestimmen, indem ich künstliche Luft an Stelle der natürlichen Atmosphäre einführte. Die schönen Versuche von Regnault und Reiset schienen mir von vornherein zu beweisen, dass niedrige Thiere in solcher Luft kein Hinderniss ihrer Entwicklung finden dürften, da Wirbelthiere darin zu leben vermögen. Meine Versuche wurden von Erfolg gekrönt und zu wiederholten Malen habe ich niedere Organismen in einem Wasser entstehen sehen, das aller gewöhnlichen Luft beraubt und nur in Contact mit einer Mischung von 21 Theilen Sauerstoff und 79 Theilen Stickstoff oder selbst mit reinem Sauerstoff in Berührung war.“

„Eine Flasche von 1 Liter Inhalt wurde mit siedendem Wasser gefüllt und unter Anwendung grösstmöglicher Vorsicht hermetisch verschlossen. Unmittelbar nachher wurde sie über einem mit Quecksilber gefüllten Gefässe umgekehrt. Nachdem das Wasser gänzlich erkaltet war, öffnete man die Flasche unter dem Metalle und liess $\frac{1}{2}$ Liter reinen Sauerstoff eintreten. Hierauf liess man, gleichfalls unter dem Quecksilber, 10 Gramm Heu eintreten, welches einer verschlossenen Flasche, die eine halbe Stunde einem Bade von 100° C. ausgesetzt gewesen, entnommen war. Die Flasche wurde hierauf wieder mit aller Vorsicht hermetisch verschlossen.“

„Nach acht Tagen zeigte die Maceration eine fahle Farbe, doch war sie wenigstens für das blosse Auge ohne Häutchen an der Oberfläche. Das untergetauchte Heu zeigte indess an der Oberfläche einiger hervorstehenden Hälmschen kleine, gelblich weisse Kügelchen von der Grösse einer gewöhnlichen weissen Johannisbeere, der sie von fern gesehen auch vollkommen glichen. Diese Kügelchen, 8 bis 10 an der Zahl, von denen einige indess ungewein klein waren und in der Flüssigkeit schwammen, erschienen offenbar aus Filamenten einer in Gestalt gedrückter Büschel ausstrahlenden Mucorine gebildet, wie das Mikroskop bewies. Am zehnten Tage wurde die Flasche geöffnet und ihr Inhalt untersucht. Es hatte zwischen dem Innern und der umgebenden atmosphärischen Luft keinerlei Austausch stattgefunden. Das eingeschlossene Sauerstoffgas erschien noch vollkommen rein und darin eingetauchte glühende Körper zeigten sofort Verbrennung. Man erkannte, dass die grossen Kugeln, welche man von aussen wahrgenommen und die im Wasser eintauchten, in der That durch Pilze von einer Art Mycelium gebildet waren. Diese Pflanze, welche ich für einen Aspergillus hielt, schien mir noch nicht beschrieben, und ebenso Herrn Montagne, dessen Autorität in diesen Dingen eine sehr grosse ist. Er hat ihr den Namen *Aspergillus Pouchetii* gegeben.“

„Bei ähnlichen Versuchen, die in Gemeinschaft mit Houszeau unternommen wurden, wurde an Stelle des reinen Sauerstoffs künstliche Luft eingeführt. Nach Verlauf von einem Monate

fanden sich *Aspergillus* und *Penicillium glaucum*, ferner eine Menge der niedrigsten Thiere: *Proteus diffluens*, *Amiba diffluens*, Duj., *Trachelius globifer*. Ehrenb., *Monas elongata* Duj., nebst einer Menge sehr feiner Vibrionen, worunter besonders *Vibrio lineola* Müll. und *Vibrio rugula* Müll.“

„Es geht sonach mit Evidenz aus diesen Untersuchungen hervor, dass sich Thiere und Pflanzen in einem Medium entwickelten, welches absolut der atmosphärischen Luft beraubt war und wo diese also auch keine organischen Wesen hineinbringen konnte, ähnlich den darin entdeckten. Und selbst wenn man die Voraussetzung machen wollte, dass gewisse Theilchen der Luft in den Apparat hätten eindringen können, so ist gewiss, dass diese vor dem Eindringen einer Temperatur unterlagen, der die Keime der etwa mitgeführten Proto-Organismen nicht widerstehen konnten.“

Diese Versuche haben indess die allgemeine Meinung nicht zu Gunsten der Urzeugung umzuwenden vermocht. Milne Edwards bemerkt ⁸⁾, dass wenn in Pouchet's Experimenten die dem Heu beigemengten organischen Keime auch wirklich einer Temperatur von 100° C. ausgesetzt gewesen seien, so wäre daraus doch noch immer nicht zu schliessen, dass sie ihre Vitalität eingebüsst hätten. Die früheren Versuche von Chevreul beweisen, dass während man unter gewöhnlichen Umständen bei Thieren immer den Tod eintreten sieht, sobald sie einer Temperatur ausgesetzt werden, welche das Gerinnen der stickstoffhaltigen Eiweisskörper bedingt, dieser nicht immer eintritt bei denjenigen, welche vorher eingetrocknet werden. Im Jahre 1842 hat Doyère ⁹⁾, dass gewisse Infusorien ihre Lebensfähigkeit selbst nach mehrstündigem Aufenthalte in einem Schwitzbade von 140° C. vollkommen erhalten. Eine 28tägige Austrocknung im luftleeren Barometerraume, selbst bei Anwendung von Chlorkalk oder Schwefelsäure hinderte die Möglichkeit der Wiederbelebung nicht.

Pouchet hat allen diesen Einwürfen entgegengestellt, dass er in weiteren Versuchen die kleine Quantität Heu bis auf 200 bis 250° C., ja selbst bis zum theilweisen Verkohlen erwärmte

und dass dennoch Infusorien erschienen. Wie dem aber auch immer sein möge, den Experimenten Pouchet's stehen die Versuche von Milne Edwards, Claude Bernard, J. Haim und vor allen von Pasteur entgegen. Milne Edwards sagt: „Ich habe die Infusorien immer seltener erscheinen sehen, je mehr Vorsicht ich bei den Versuchen anwandte.“ Als derselbe Naturforscher zwei Glasröhren theilweise mit Wasser und organischer Materie anfüllte, dann eine davon über der Lampe zuschmolz und so lange in kochendes Wasser brachte, bis man sicher sein konnte, dass ihr ganzer Inhalt auf 100° C. erwärmt worden, fanden sich nach einer gewissen Zeit nur in derjenigen Röhre Infusorien, welche mit der Atmosphäre in Berührung geblieben war.

Claude Bernard füllte zwei Glasballons mit Wasser, in welchem Gelatine mit Rohrzucker aufgelöst war, und brachte sie während $\frac{1}{4}$ Stunde ins Sieden. Hierauf liess man in den einen Ballon gewöhnliche Luft treten, in den anderen aber solche, welche durch ein heisses mit glühenden Porcellanstückchen angefülltes Rohr gestrichen war. Beide Ballons wurden hierauf hermetisch verschlossen. Nach 10 bis 12 Tagen sah man in dem ersten Glasgefässe an der Oberfläche Schimmel, in dem anderen nichts der Art. Dieser Schimmel nahm während des ersten Monats an Menge zu, blieb aber dann $\frac{1}{2}$ Jahr lang unverändert, während in dem zweiten Ballon diese ganze Zeit hindurch nichts Organisches wahrzunehmen war. Nach Verlauf des genannten Zeitraumes wurden die Enden beider Ballons unter Wasser abgebrochen. In dem ersten fanden sich 13,48 Procent Kohlensäure, in dem zweiten 12,43 Proc. Die beiden Flüssigkeiten wurden dann von H. Montagne untersucht; derselbe fand in der ersten *Penicillium glaucum* in voller Befruchtung, in der zweiten hingegen keine Spur der Anwesenheit von Organismen.

Dem entgegen behauptet Montagazza¹⁰⁾, dass er bei einem Versuche mittels einer mit destillirtem Wasser und frischen inneren Kürbistheilchen angefüllten Röhre, deren beide Endpunkte vor der Lampe zugeschmolzen wurden, in 16 Stunden, während deren er ununterbrochen am Mikroskop blieb, vor seinen Augen *Bacterium* und *Vibrio lineola* sich bilden sah.

Allein welche Garantie hat man hierbei, dass die Keime nicht von aussen hereingekommen waren?

Unter die rationellsten Versuche bezüglich der Generatio aequivoca zählen diejenigen, welche Pasteur unternommen und von denen jeder Unbefangene gestehen muss, dass sie die Frage definitiv entschieden haben¹¹⁾. Pasteur brachte in einen Glasballon von etwa 300 Kubikcentimeter Inhalt, 100 bis 150 Kubikcentimeter albuminösen, zuckerhaltigen Wassers, in folgender Proportion:

Wasser	100	Theile.
Zucker	10	„
Albuminöse Substanz	0,2—0,7	„

Der fadenförmig ausgezogene Hals des Ballons ward mit einem rothglühenden Platinrohr in Verbindung gebracht. Man liess die Flüssigkeit etwa 2 bis 3 Minuten lang sieden und dann vollständig erkalten. Darauf wurde der Hals zugeschmolzen. Der Ballon wurde in ein Schwitzbad von 28 bis 32° C. und nach 4 bis 6 Wochen mittels eines Kautschuks in einen Apparat gebracht, den Pasteur in folgender Weise beschreibt.

Eine grosse Glasröhre, in welcher sich eine andere, offene, von geringerem Durchmesser, vollständig frei gleitend befand, in welcher sich ein Baumwollstopfen befindet, der mit den Staubtheilchen aus der Luft angefüllt ist, steht mittels eines Hahnes mit einer T-förmigen Röhre in Verbindung. Diese letztere besitzt ausserdem noch zwei Hähne, von denen der eine mit einer pneumatischen Maschine, der andere mit dem rothglühenden Platinrohr communicirt.

Nachdem der letztere Hahn geschlossen worden, wurde ausgeleert, hierauf der Hahn wieder geöffnet und der calcinirten Luft der Zugang zu dem Apparate gestattet. Dieses Ausleeren und Wiedereintreten der calcinirten Luft wurde 10 bis 12 Mal wiederholt, bis man sicher sein konnte, dass die kleine mit Baumwolle gefüllte Röhre bis in die kleinsten Zwischenräume der Baumwolle mit der vorhin erhitzten Luft angefüllt war. Die Baumwolle hatte bei dieser Manipulation natürlich den früher aus der Atmosphäre aufgenommenen Staub noch bewahrt.

Hierauf wurde die Spitze des Ballons in dem Kautschuk abgebrochen, die kleine Röhre hineingebracht und der Ballon über der Lampe wieder zugeschmolzen, dann wieder ins Schwitzbad gebracht. Es erschienen nun jedesmal in demselben organische Productionen und zwar wurde dabei Folgendes beobachtet:

1) Die Organismen erscheinen innerhalb eines Zeitraumes von 24 bis 36 Stunden. Dies ist genau derselbe Zeitraum, innerhalb dessen sie auch dann auftreten, wenn die Flüssigkeit des Ballons mit der gewöhnlichen Luft in Verbindung steht.

2) Schimmel erscheinen am gewöhnlichsten in der kleinen mit Baumwolle gefüllten Röhre, deren Extremitäten sie bald anfüllen.

3) Es bilden sich die nämlichen Productionen wie in der gewöhnlichen Atmosphäre; von Infusorien meist Bacterium, von Pflanzen Penicillium, Ascophora, Aspergillus und viele andere.

4) Ebenfalls wie in der gewöhnlichen Luft erzeugt sich bald diese, bald jene Art.

Hieraus ergibt sich einerseits, dass die Luft unter den Staubtheilchen immer organische Körper mit sich führt, anderseits, dass sich diese letzteren in passenden Flüssigkeiten in einer an sich inactiven Atmosphäre zu verschiedenen Productionen entwickeln, besonders zu Bacterium termo und verschiedenen Mucedineen, was die Flüssigkeit in derselben Zeit liefern würde, wenn sie mit der gewöhnlichen Luft in Verbindung stände.

Pasteur ging nun dazu über, den Einfluss zu untersuchen, welchen die Baumwolle als organischer Körper auf den ganzen Vorgang etwa ausüben möchte. Zu diesem Ende ersetzte er dieselbe durch Asbest, einen mineralischen Körper. Das Resultat war genau das nämliche. Waren Staubtheilchen aus der Luft vorhanden, so erschienen organische Productionen; im entgegengesetzten Falle behielt die Flüssigkeit unbestimmt lange ihre vollkommene Klarheit und es entwickelte sich Nichts.

Pasteur änderte seine Versuche nochmals ab und erhielt ein merkwürdiges der Theorie einer Generatio aequivoca vollkommen verderbliches Resultat.

Er nahm eine Anzahl gläserner Ballons, in welcher die nämliche fermentescible Flüssigkeit in der nämlichen Quantität ein-

gebracht wurde. Die Hälse der Gläser wurden vor der Lampe ausgezogen und in verschiedener Weise schlangenartig gebeugt. Sämmtliche Röhren blieben offen mit einer Fläche von einigen Quadratmillimetern. Hierauf wurde die Flüssigkeit in den meisten Ballons einige Minuten lang ins Sieden gebracht; 3 oder 4 derselben hingegen ausgeschlossen. Darauf stellte man alle in ruhiger Atmosphäre eine Zeit lang hin. Nach 24 bis 48 Stunden bedeckte sich in den nicht erhitzten Ballons die Oberfläche der Flüssigkeit mit verschiedenem Mucor, während sie in den übrigen Monate lang vollkommen rein und klar blieb. Letzteres geschah, wie Pasteur sehr richtig hervorhebt, lediglich aus dem Grunde, weil die Ausbiegungen der Hälse das Hineinfallen von organischen Keimen der Luft in die Flüssigkeit aufhielten. „Dieser so leicht auszuführende Versuch,“ sagt der Experimentator, „wird selbst sehr voreingenommene Geister überzeugen. Er bietet meiner Meinung nach aber noch ein besonderes Interesse durch den Beweis, dass ausser den Staubtheilchen in der Luft nichts vorhanden ist, was Bedingung der Organisation wäre. Der Sauerstoff intervenirt nur, indem er das durch den Keim gewährte Leben unterhält. Weder Gase noch Flüssigkeiten, Elektrizität, Magnetismus, Ozon, bekannte oder unbekannte Dinge giebt es in der Luft, welche ausser den Keimen eine Bedingung des Lebens wären.“

Pouchet hat gegen Pasteur geltend gemacht, dass die Flora und Fauna, wie sie in gegen die Luft abgesperrten Gefässen sich entwickle, keineswegs an Zahl und Vertheilung der Arten mit derjenigen übereinstimmen, welche in frei mit der äusseren Atmosphäre communicirenden Gefässen entstehen; diese Verschiedenheit gebe einen neuen Beweis für die spontane Entstehung jener Organismen. Allein Pasteur erklärt¹²⁾ diesen Unterschied viel naturgemässer dadurch, dass die Sporen in abgeschlossenen Gefässen nicht wie in der freien Luft durch zahlreiche andere Keime von schnellerer und bedeutenderer Fruchtbarkeit, welche das Terrain für sich in Anspruch nehmen, gestört werden. Die grössere Mannigfaltigkeit der von Pouchet als spontan entstanden betrachteten Flora und Fauna erklärt

sich auf diese Weise, ganz im Sinne Darwin's, vollkommen ungezwungen¹³⁾. Ueberhaupt ist die Heterogenie bei genauerer Untersuchung bis jetzt successive aus allen Positionen vertrieben worden, welche sie zu ihrer Vertheidigung inne hatte. Es ist, wie Quatrefages hervorhebt¹⁴⁾, noch nicht lange her, dass die Anhänger der Generatio spontanea ihre Lehre auf die Phänomene zweier Thiergruppen, der Eingeweidewürmer und Infusorien, stützten, deren Studium gleich schwierig ist. Diese Thiergruppen aber waren gerade diejenigen, über welchen zur Zeit noch grosses Dunkel schwebte; die höher stehenden Thiere waren bereits in dem Maasse zu Beweisen gegen die Heterogenie geworden, als sie genauer untersucht und ihre physiologischen Eigenthümlichkeiten besser bekannt wurden. Die schönen Untersuchungen von van Beneden und Küchenmeister, welche seitdem von verschiedenen Helminthologen wiederholt und vervollständigt wurden, lassen gegenwärtig über die Art und Weise der Fortpflanzung der Eingeweidewürmer keinen Zweifel mehr übrig. Bei ihnen findet gerade wie bei den höher stehenden Thieren die Reproduction durch Zusammenkunft zweier Elemente, des männlichen und weiblichen, durch ein befruchtetes Ei statt. So blieb den Anhängern der Generatio spontanea als letztes Zufluchtsgelände das Reich der Infusorien übrig. Die genaue Untersuchung der Reproduction der Thiere dieser Classe ist freilich ungleich schwieriger als bei den Eingeweidewürmern; allein die Untersuchungen Balbiani's zeigen, dass auch hier geschlechtliche Erzeugung stattfindet. Auf solche Weise ist die Hypothese der Heterogenie nach und nach aus allen Schlupfwinkeln vertrieben worden, in welche sie sich vor dem Lichte der aufstrebenden exacten Wissenschaft zurückzog. Dazu sind die Vertheidiger der Urzeugung in Frankreich, Pouchet und Verrier, keineswegs mit den Fortschritten der Naturgeschichte der niederen Thiere genügend bekannt. Sie haben offen die Behauptung aufgestellt¹⁵⁾, dass die dermaligen Ansichten von der Entwicklungsgeschichte der Eingeweidewürmer falsch und die Bestätigung derselben durch Versuche nur zufällig sei, ohne jedoch hierfür andere Belege als einige ohne Kritik und Sach-

kenntniss angestellte Experimente zu bringen. Van Beneden hat ¹⁶⁾ die Irrthümer dieser angeblichen Beweisführung klar nachgewiesen und gezeigt, dass die genannten französischen Naturforscher mit dem heutigen Standpunkte der Parasitenlehre nicht genügend bekannt sind. Kann man aber hiernach, und wenn man ferner erwägt, dass die Entgegnungen von Pouchet gegen Doyère's Versuche über die Wiederbelebung von Infusorien sich bei den Experimenten vor einer eigens dazu eingesetzten Commission, nicht bewährt haben ¹⁷⁾, geneigt sein, den Resultaten Pouchet's über Urzeugung, gegenüber den entgegengesetzten Angaben der bewährtesten Forscher, heizupflichten? In der That haben sich hiergegen auch selbst diejenigen verwahrt, welche wie Häkel, in gänzlicher Verkennung der Würde der wahren wissenschaftlichen Forschung der Ansicht huldigen, die Urzeugung bedürfe weiter keines positiven Beweises.

„Der Erfahrungssatz,“ sagt Hofmeister ¹⁸⁾ sehr richtig, „dass neue Organismen nur aus Theilen bereits vorhandener lebender Organismen sich entwickeln können, gilt bis jetzt mit ausnahmsloser Schärfe. Nie und nirgends konnte bis heute die Entstehung neuer Organismen, lebensfähiger Zellen, durch das Zusammentreten formloser, nicht organisirter Substanzen mit Sicherheit nachgewiesen werden. Jede Untersuchung, welche Bürgschaften dafür gab, dass der Zutritt entwicklungsfähiger Keime von Pflanzen und Thieren zu den dem Versuche unterworfenen Stoffen vollständig abgeschnitten war, lieferte übereinstimmend das Ergebniss, dass die Erscheinung von Organismen unterblieb. In allen Fällen, wo im Innern geschlossener und lebender Zellen fremdartige Organismen beobachtet sind, wurde der Eintritt ihrer Keime in diese Wohnräume genügend dargethan; und es hat kaum noch auch nur ein geschichtliches Interesse, die Bestrebungen zum Nachweise einer Urzeugung anzuführen. Kaum zeigt sich zur Zeit noch eine Hoffnung zur Erfüllung eines der dringendsten Wünsche der Naturforschung: des Wunsches, der Neuerschaffung einer Pflanze oder eines Thieres als Zeuge beiwohnen zu können. Aber eine arge Ueber-eilung würde es sein, aus dem negativen Ergebniss der bisherigen

genaueren Experimente die Unmöglichkeit jedes künftigen Gelingens folgern zu wollen. Nur das Eine darf aus den bisherigen Erfahrungen abgeleitet werden, dass die künftige Untersuchung völlig neue Wege einzuschlagen hat; der bisher betretene der Forschung nach dem Auftreten der von in Zersetzung begriffener organischer Substanz lebenden Pflanzen oder Thiere ist aussichtslos.“

Anmerkungen.

1) Der Kirchenlehrer Augustinus sagt in seiner Schrift de Civitate Dei, dass wenn die Engel oder jagdlustige Bewohner nicht Thiere auf abgelegene Inseln gebracht haben, man annehmen müsse, dass letztere aus der Erde unmittelbar entstanden seien. Vergleiche Kosmos I. Bd., S. 489.

2) Häkel sagt: »Die allermeisten Naturforscher, welche bestrebt waren, diese Frage (nach der Urzeugung) experimentell zu entscheiden, und welche bei Anwendung aller möglichen Vorsichtsmaassregeln unter ganz bestimmten Verhältnissen keine Organismen entstehen sahen, stellten auf Grund dieser negativen Resultate sofort die Behauptung auf: »Es ist überhaupt unmöglich, dass Organismen von selbst, ohne elterliche Zeugung, entstehen.« Diese leichtfertigen und unüberlegten Behauptungen stützten sich einfach und allein auf das negative Resultat ihrer Experimente, welche doch weiter nichts beweisen konnten, als dass unter diesen oder jenen höchst künstlichen Verhältnissen, wie sie durch die Experimentatoren geschaffen wurden, kein Organismus sich bildete. Man kann auf keinen Fall aus jenen Versuchen, welche meistens unter den unnatürlichsten Bedingungen in höchst künstlicher Weise angestellt wurden; den Schluss ziehen, dass die Urzeugung überhaupt unmöglich sei. Die Unmöglichkeit eines solchen Vorganges kann überhaupt niemals bewiesen werden.

Denn wie können wir wissen, dass in jener ältesten unvordenklichen Urzeit nicht ganz andere Bedingungen, als gegenwärtig, existirten, welche eine Urzeugung ermöglichten? Ja wir können sogar mit voller Sicherheit positiv behaupten, dass die allgemeinen Lebensbedingungen der Primordialzeit gänzlich von denen der Gegenwart verschieden gewesen sein müssen.« Häkel, Natürl. Gesch. d. Schöpfung S. 281. Alle diese Ausführungen des Jenaischen Professors sind ohne Beweiskraft. Allerdings müssen wir zugeben, dass wir gegenwärtig nicht mit völlig absoluter Sicherheit behaupten können, es habe in der Vorzeit keine Urzeugung stattgefunden; allein wer will ebenso sicher beweisen, dass sie allerdings stattfand? In aller Strenge genommen ist die Frage also für unseren gegenwärtigen naturwissenschaftlichen Standpunkt transcendent, aber die Wahrscheinlichkeit einer negativen Beantwortung ist eine überwiegende.

3) A. a. O. S. 287.

4) A. a. O. S. 272.

5) Natürliche Geschichte der Schöpfung. Aus dem Englischen nach der 6. Aufl. von C. Vogt. S. 142 bis 143. Der Verfasser citirt dort sehr richtig Daubeny: »Jede neue Entdeckung strebt darnach, die Schranken zwischen organischen und anorganischen Körpern, insofern dabei die chemische Zusammensetzung in Betracht kommt, niederzureissen.« Allein was folgt daraus für die Urzeugung? Was der unbekannte Verfasser weiter über die Aehnlichkeit gewisser Krystallisationsarten mit vegetabilischen Formen sagt, ist absoluter Unsinn.

6) Pouchet in den Comptes rendus der Pariser Akademie, besonders seit 1858.

7) Comptes rendu der Sitzung vom 20. December 1858.

8) Comptes rendus T. 48, p. 23 u. ff.

9) Mémoire sur les Tardigrades et sur leur propriété de revenir à la vie 1842. Zu analogen Ergebnissen war auch schon Ehrenberg (»Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen« 1838) gekommen.

10) Ricerche sulla generazione degli infusorii di P. Montegazza. Giornale de R. Istituto lombardo T. III, p. 467. Milano 1851.

11) Comptes rendus T. 50, pag. 303 — 317.

12) Comptes rendus T. 50, p. 348 — 352.

13) Pasteur sagte mit Bezug auf seinen letzten im Texte angeführten Versuch (Revue des Cours scientifiques I. année, p. 263):

»Jamais la doctrine de la Génération spontanée ne se relévera du coup mortel que cette simple expérience lui porte.« Dagegen hat sich Victor Meunier erhoben und den Versuch wiederholt und dabei zwei neue Pflanzenorganismen (?) erhalten. Ein von ihm angefangener Bericht hierüber in der Nummer des Kosmos vom 18. April 1868 ist nicht fortgeführt worden. Joly und Musset ihrerseits glauben nicht an die Menge in der Luft enthaltener Keime, welche Pasteur behauptet, und haben sich schliesslich auch für Pouchet erklärt. Vergl. Comptes rendus T. 52, p. 99, ferner T. 53, p. 368, Moniteur scientifique 1862, ebenso Musset nouv. rech. expér. sur l'hétérogénie Toulouse 1862. Pasteur's Recherches sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère in den Annales des sciences nat. T. XVI, p. 1 — 93. Die Existenz solcher Körperchen ist übrigens schon früher von Ehrenberg und Cohn überzeugend nachgewiesen worden. Neuere Versuche, deren Resultate Child der Royal Society vorgelegt, sprechen nach diesem Gelehrten entschieden zu Gunsten der Urzeugung. Diese Experimente wurden mit Milch, Fleischstücken, und Wasser ausgeführt, welche in zwei mit engen und langen Hälsen versehene Glaskugeln gebracht wurden. Einerseits wurden die Kugeln mit Luft gefüllt, die vorher durch eine mit Bimsstein gefüllte und zur lebhaften Rothgluth erhitzte Porcellanröhre gestrichen war; andererseits wurden sie statt mit Luft mit gleich behandelter Kohlensäure, Wasserstoff, Sauerstoff oder Stickstoff gefüllt. In einigen Fällen waren die Substanzen, welche in die Kugeln gebracht wurden, gekocht, in anderen nicht. Es fand sich, dass in einem Gefässe, in welchem die Substanzen nicht gekocht waren, niedere Organismen sich bildeten, während ein zweites Gefäss zersprang. In den Kugeln, welche gekochten Inhalt besaßen, zeigte sich im Wasserstoff und der Kohlensäure keine Spur organischen Lebens, wohl aber in dem mit erhitzter atmosphärischer Luft angefüllten Gefässen. In einer zweiten Versuchsreihe wurde die Kugel 10 bis 15 Minuten gekocht und Mehl, Salbeiblätter und Sellerie benutzt. In 13 Fällen traten 8 mal Bacterien auf. Child glaubt, dass die negativen Resultate von Pasteur durch die Anwendung einer zu schwachen Vergrösserung erklärlich seien. Dagegen hat Wyman durch seine Experimente nachgewiesen, dass die Keime der niedrigsten organischen Wesen selbst nach vierstündigem Kochen nicht vernichtet werden; die Versuche von Child können hiernach durchaus nicht als entscheidend angesehen werden. Vergl. Naturforscher 1868, Nr. 7 u. 12.

- 14) Comptes rendus T. 48, p. 31.
15) Comptes rendus T. 54, p. 958.
16) Comptes rendus T. 54, p. 1157.
17) Vergl. Broca sur la révivescence des animaux desséchés
in Mem. de la Soc. biol. 1860. T. II, p. 1 — 140.
18) Hofmeister, Die Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig
1867. S. 3. Man vergl. auch H. Karsten, Histologische Unter-
suchungen. Berlin 1862.
-

JUN 29 1951

JUN 20 1951

