



# Natürliche Schöpfungs-Geschichte.

---

Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die  
**Entwicklungs-Lehre**  
im Allgemeinen und diejenige von  
**Darwin, Goethe und Lamarck**  
im Besonderen.

---

Von

**Ernst Haeckel**  
Professor an der Universität Jena.

**Neunte umgearbeitete und vermehrte Auflage.**

Mit dem Porträt des Verfassers und mit 30 Tafeln, sowie zahlreichen  
Holzschnitten, Stammbäumen und systematischen Tabellen.



Berlin, 1898.

Druck und Verlag von Georg Reimer.

# Natürliche Schöpfungs-Geschichte.

Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die  
**Entwicklungs-Lehre.**

Von

**Ernst Haeckel**

Professor an der Universität Jena.

**Neunte umgearbeitete und vermehrte Auflage.**

Mit dem Porträt des Verfassers und mit 30 Tafeln, sowie zahlreichen  
Holzschnitten, Stammbäumen und systematischen Tabellen.

**Zweiter Theil:**

**Allgemeine Stammes-Geschichte.**

(Phylogenie und Anthropogenie.)



Berlin, 1898.

Druck und Verlag von Georg Reimer.



Der  
**Natürlichen Schöpfungs-Geschichte**

Zweiter Theil:

**Allgemeine Stammes-Geschichte.**  
(Phylogenie und Anthropogenie.)

XVI—XXX. Vortrag.



## Sechzehnter Vortrag.

### Schöpfungs-Perioden und Schöpfungs-Urkunden.

---

Reform der Systematik durch die Descendenz-Theorie. Das natürliche System als Stammbaum. Paläontologische Urkunden des Stammbaumes. Die Versteinerungen als Denkmünzen der Schöpfung. Ablagerung der neptunischen Schichten und Einschluss der organischen Reste. Eintheilung der organischen Erd-Geschichte in fünf Haupt-Perioden: Zeitalter der Tang-Wälder, Farn-Wälder, Nadel-Wälder, Laub-Wälder und Cultur-Wälder. System der neptunischen Schichten. Unermessliche Dauer der während ihrer Bildung verflossenen Zeiträume. Ablagerung der Schichten nur während der Senkung, nicht während der Hebung des Bodens. Andere Lücken der Schöpfungs-Urkunden. Metamorphischer Zustand der ältesten neptunischen Schichten. Geringe Ausdehnung der paläontologischen Erfahrungen. Geringer Bruchtheil der versteinierungsfähigen Organismen und organischen Körpertheile. Seltenheit vieler versteinerten Arten. Mangel fossiler Zwischen-Formen. Die Schöpfungs-Urkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Meine Herren! Die geschichtliche Auffassung des organischen Lebens, welche die Abstammungs-Lehre in die biologischen Wissenschaften eingeführt hat, fördert nächst der Anthropologie keinen anderen Wissenschaftszweig so sehr, als den beschreibenden 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 Formen-Mannichfaltigkeit, Schönheit oder Seltsamkeit der Wappen, Briefmarken u. s. w. ihre Freude finden, und dabei die erfinderische Bildungskunst des Menschen bewundern, in ähnlicher Weise ergötzen 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 Abstammungs-Lehre 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 Form-Verwandtschaft der Organismen ihre wahre Stamm-Verwandtschaft 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 Aehnlichkeits-Grades schätzte, erhält durch die Abstammungs-Lehre 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 natürliche System als Stammbaum betrachten, können wir den wahren Werth desselben erkennen.

Dieser genealogischen Auffassung des organischen Systems gehört ohne Zweifel allein die Zukunft. Auf sie gestützt, 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 Stamm-Formen nachzuweisen. Wie können wir uns aber den wirklichen Stammbaum der thierischen und pflanzlichen Formen-Gruppen 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 Entwicklungs-Reihen 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 Gruppen-Stufen verbindet.

Zunächst werden wir uns zur Lösung dieser schwierigen Aufgabe an die Paläontologie oder Versteinerungskunde zu wenden haben. Denn wenn wirklich die Descendenz-Theorie wahr ist, wenn wirklich die versteinerten Reste der vormals 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 dies nach dem theoretisch entwickelten Princip erscheint, so ausserordentlich schwierig und verwickelt gestaltet sich die Aufgabe, wenn man sie wirklich in Angriff nimmt. Ihre practische Lösung würde schon sehr schwierig sein, wenn die Versteinerungen einigermaassen vollständig erhalten wären. Das ist aber keineswegs der Fall. Vielmehr ist die handgreifliche Schöpfungs-Urkunde, 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. Wir hatten die allgemeine Bedeutung der Versteinerungen als „Denk-

münzen der Schöpfung“ bereits früher erörtert, als wir Cuvier's Verdienste um die Petrefacten-Kunde betrachteten (S. 49); daher 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 Versteinерungen 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 tropfbar-flüssigem Wasser erfolgt war. Seit diesem Zeitpunkt, welchen wir im letzten Vortrage bereits betrachtet hatten, begann nicht allein das organische 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 und 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 Meerbodens 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 Gebirgs-

massen, 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 fortwährenden Schrumpfung und Faltung der erhärteten Erdrinde, und der vulkanischen Gegenwirkung des feurig-flüssigen Erdinneren. Diese Reaction des geschmolzenen Kerns gegen die feste Rinde bedingt ununterbrochen wechselnde Hebungen und Senkungen an den verschiedensten Stellen der Erdoberfläche. Meistens geschehen dieselben sehr langsam; allein indem sie Jahrtausende hindurch fortauern, 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 verschiedener Gegenden im Laufe von Jahrmillionen vielfach mit einander wechseln, kömmt bald dieser bald jener Theil der Erdoberfläche über oder unter den Spiegel des Meeres. Beispiele dafür habe ich schon früher angeführt (S. 327). Es giebt vielleicht keinen Oberflächentheil der Erdrinde, der nicht in Folge dessen schon wiederholt über oder unter dem Meeresspiegel gewesen wäre. Durch diesen vielfachen Wechsel erklärt sich die Mannichfaltigkeit und die verschiedenartige Zusammensetzung der zahlreichen neptunischen Gesteinschichten, welche sich an den meisten Stellen in beträchtlicher Dicke über einander abgelagert haben. In den verschiedenen Geschichts-Perioden, 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 dienen nun als Versteinerungen zur Charakteristik der betreffenden Schichten. Durch sorgfältige Vergleichung der verschiedenen über einander gelagerten Schichten

und der in ihnen erhaltenen Versteinerungen ist es so möglich geworden, sowohl das relative Alter der Schichten und Schichten-Gruppen zu bestimmen, als auch gewisse Haupt-Momente der Phylogenie oder der Entwicklungs-Geschichte der Thier- und Pflanzen-Stämme 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 Zusammenhange der organischen Erdgeschichte entspricht, d. h. desjenigen Theiles der Erdgeschichte, während dessen organisches Leben existirte. Wie die sogenannte „Weltgeschichte“ in grössere oder kleinere Perioden zerfällt, welche durch den zeitweiligen Entwicklungs-Zustand 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 bestimmter Pflanzen- oder Thier-Gruppen ausgezeichnet, und jede ist von der vorhergehenden und folgenden Periode durch einen auffallenden theilweisen Wechsel in der Zusammensetzung der Thier- und Pflanzen-Bevölkerung getrennt.

Für die nachfolgende Uebersicht des historischen Entwicklungsganges, den die grossen Thier- und Pflanzen-Stämme genommen haben, ist es nothwendig, zunächst hier die systematische Classification der neptunischen Schichten-Gruppen und der denselben entsprechenden grösseren und kleineren Geschichts-Perioden anzugeben. Wie Sie sogleich sehen werden, sind wir im Stande, die ganze Masse der übereinanderliegenden Sedimentgesteine in fünf oberste Haupt-Gruppen oder Terrains, jedes Terrain in mehrere untergeordnete Schichten-Gruppen oder Systeme, und jedes System von Schichten wiederum in noch kleinere Gruppen oder Formationen einzutheilen; endlich kann auch jede Formation wieder in Etagen oder Unter-Formationen, und jede von diesen wiederum in noch kleinere Lagen, Bänke u. s. w. geschieden

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 versteinерungsführenden Erdschichten in ein gegliedertes System bringen, verfahren wir genau wie die Historiker, welche die Völkergeschichte in die drei Haupt-Abschnitte 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 Eintheilung und durch die bestimmte Abgrenzung der Perioden durch einzelne Jahreszahlen nur die Uebersicht erleichtern und keineswegs den ununterbrochenen Zusammenhang der Ereignisse und der Völker-Entwicklung leugnen will, so gilt ganz dasselbe auch von unserer systematischen Eintheilung, 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 Schichten-Gruppen und der ihnen entsprechenden Zeiträume irgendwie an Cuvier's Lehre von den Erd-Revolutionen und von den wiederholten Neuschöpfungen der organischen Bevölkerung anknüpfen. Dass diese irrige Lehre durch Lyell längst gründlich widerlegt ist, habe ich bereits früher gezeigt. (Vergl. S. 113.)

Die fünf grossen Haupt-Abschnitte der organischen Erdgeschichte oder der paläontologischen Entwicklungs-Geschichte bezeichnen wir als primordiales, primäres, secundäres, tertiäres und quartäres Zeitalter. Jedes ist durch die vorwiegende Entwicklung bestimmter Thier- und Pflanzen-Gruppen in demselben bestimmt charakterisirt, und wir könnten demnach auch die fünf Zeitalter einerseits durch die natürlichen Haupt-Gruppen des Pflanzenreichs, andererseits durch die verschiedenen Classen des Wirbelthier-Stammes anschaulich bezeichnen. Dann wäre das erste oder primordiale Zeitalter dasjenige der Tange und Schädellosen, das

zweite oder primäre Zeitalter das der Farne und Fische, das dritte oder secundäre Zeitalter das der Nadel-Wälder und Reptilien, das vierte oder tertiäre Zeitalter das der Laub-Wälder 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. 282), werden durch die verschiedenen Systeme von Schichten bestimmt, in die jedes der fünf grossen Terrains zerfällt (S. 283). 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 Haupt-Abschnitt der organischen Erdgeschichte bildet die Primordialzeit oder das Zeitalter der Tang-Wälder, das auch das archaische, archolithische oder archozoische Zeitalter genannt wird. 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 länger war, als alle übrigen vier Zeiträume zusammengenommen, lagerten sich die drei mächtigsten von allen neptunischen Schichten-Systemen ab, nämlich zu unterst das laurentische, darüber das cambrische und darüber das silurische System. Von den meisten Geologen wird das silurische System, und von Vielen auch noch das cambrische System zu den palaeolithischen Terrains gestellt; indessen erscheint es aus biologisch-historischen Gesichtspunkten zweckmässiger, sie mit den archolithischen zu vereinigen. 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, ergiebt sich, dass die Dauer der Primordialzeit wahrscheinlich viel länger war, als die Dauer der folgenden Zeitalter bis zur Gegenwart zusammen genommen. Millionen von Jahrhunderten müssen zur Ablagerung

solcher Schichtenmassen erforderlich gewesen sein. Leider befindet sich der bei weitem grösste Theil der primordialen Schichten-Gruppen 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 in einem Theile der cambrischen und silurischen Schichten sind Petrefacten in grösserer Menge und in kenntlichem Zustande erhalten worden.

Trotzdem die primordialen oder archolithischen Versteinerungen uns nur zum bei weitem kleinsten Theile in kenntlichem Zustande erhalten sind, besitzen dieselben dennoch den Werth unschätzbare Documente für diese älteste und dunkelste Zeit der organischen Erdgeschichte. Zunächst scheint daraus hervorzugehen, dass während dieses ganzen ungeheuren Zeitraums fast nur Wasserbewohner existirten. Wenigstens sind bis jetzt unter allen archolithischen Petrefakten nur sehr wenige gefunden worden, welche man mit Sicherheit auf landbewohnende Organismen beziehen kann: die ältesten von diesen sind einige silurische Farne und Skorpione. Fast alle Pflanzenreste, die wir aus der Primordialzeit besitzen, gehören zu der niedrigsten von allen Pflanzen-Gruppen, zu der im Wasser lebenden Classe der Tange oder Algen. Diese bildeten in dem warmen Ur-Meere der Primordialzeit mächtige Wälder, von deren Formenreichthum und Dichtigkeit uns noch heutigen Tages ihre Epigonen, die Tang-Wälder des atlantischen Sargasso - Meeres, eine ungefähre Vorstellung geben mögen. Die colossalen Tang-Wälder der archolithischen Zeit ersetzten damals die noch fehlende Wald-Vegetation des Festlandes. Gleich den Pflanzen lebten auch fast alle Thiere, von denen man Reste in der archolithischen Schichten gefunden hat, im Wasser. Von den Gliederthieren finden sich nur Krebs-thiere und einzelne Skorpione, noch keine 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 wir annehmen, dass Würmer und schädellose Wirbelthiere (Akranier), die Ahnen der Fische, 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 Farn-Wälder, 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 meisten Geologen rechnen zur Paläolith-Aera noch die silurische und Viele auch die cambrische Periode.

Die devonischen und permischen Formationen sind vorzüglich reich an Fischresten, sowohl an Urfischen als an Schmelzfischen. Aber noch fehlen in der primären Zeit gänzlich die Knochenfische. In der Steinkohle finden sich schon verschiedene Reste von landbewohnenden Thieren, und zwar sowohl Gliederthieren (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* etc.). 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 herrschten unter den Pflanzen während dieses Zeitraums die Farnpflanzen oder Filicinen vor, und zwar sowohl echte Farnkräuter und Farnbäume (Laubfarne oder Filicarien), als Schaftfarne (Calamarien) und Schuppenfarne (Selagineen). Diese landbewohnenden Farne oder Filicinen bildeten die Hauptmasse der dichten paläolithischen Insel-Wälder, 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 berechnen uns, die Primärzeit eben sowohl das Zeitalter der Farne, als das der Fische zu nennen.

Der dritte grosse Hauptabschnitt der paläontologischen Entwicklungs-Geschichte wird durch die Secundärzeit oder das Zeitalter der Nadel-Wälder gebildet, welches auch das mesolithische oder mesozoische Zeitalter genannt wird. Es reicht vom Ende der permischen Schichtenbildung bis zum Ende der Kreide-Schichtenbildung, und zerfällt abermals in drei grosse Perioden. Die während dessen abgelagerten Schichtensysteme sind zu unterst das Trias-System, in der Mitte das Jura-System, und zu oberst das Kreide-System. 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 die riesigen Labyrinthodonten; und zu den zahlreich vorhandenen Urfischen und Schmelzfischen der älteren Zeit gesellten sich die ersten echten Knochenfische. Aber die charakteristische und überwiegende Wirbelthier-Classe der Secundärzeit bildeten die höchst mannichfaltig entwickelten Reptilien. Neben solchen Schleichern, welche den heute noch lebenden Eidechsen, Krokodilen und Schildkröten nahe standen, wimmelte es in der mesolithischen Zeit überall von abenteuerlich gestalteten Drachen. Insbesondere sind die merkwürdigen fliegenden Eidechsen oder Pterosaurier, die schwimmenden Seedrachen oder Halisaurier, und die kolossalen Landdrachen oder Dinosaurier der Secundärzeit eigenthümlich, da sie weder vorher noch nachher lebten. Man kann demgemäss die Secundärzeit das Zeitalter der Schleicher oder Reptilien nennen. Andere nennen sie das Zeitalter der Nadel-Wälder, genauer eigentlich der Gymnospermen oder Nacktsamen-Pflanzen.

## U e b e r s i c h t

der paläontologischen Perioden oder der grösseren Zeitabschnitte  
der organischen Erd-Geschichte.

### I. Erster Zeitraum: **Archolithisches Zeitalter.** Primordial-Zeit. (Zeitalter der Schädellosen und der Tang-Wälder.)

- |                            |      |                       |
|----------------------------|------|-----------------------|
| 1. Aeltere Archolith-Zeit  | oder | Laurentische Periode. |
| 2. Mittlere Archolith-Zeit | -    | Cambrische Periode.   |
| 3. Neuere Archolith-Zeit   | -    | Silurische Periode.   |

### II. Zweiter Zeitraum: **Paläolithisches Zeitalter.** Primär-Zeit. (Zeitalter der Fische und der Farn-Wälder.)

- |                            |      |                      |
|----------------------------|------|----------------------|
| 4. Aeltere Paläolith-Zeit  | oder | Devonische Periode.  |
| 5. Mittlere Paläolith-Zeit | -    | Steinkohlen-Periode. |
| 6. Neuere Paläolith-Zeit   | -    | Permische Periode.   |

### III. Dritter Zeitraum: **Mesolithisches Zeitalter.** Secundär-Zeit. (Zeitalter der Reptilien und der Nadel-Wälder.)

- |                           |      |                 |
|---------------------------|------|-----------------|
| 7. Aeltere Mesolith-Zeit  | oder | Trias-Periode.  |
| 8. Mittlere Mesolith-Zeit | -    | Jura-Periode.   |
| 9. Neuere Mesolith-Zeit   | -    | Kreide Periode. |

### IV. Vierter Zeitraum: **Caenolithisches Zeitalter.** Tertiär-Zeit. (Zeitalter der Säugethiere und der Laub-Wälder.)

- |                             |      |                    |
|-----------------------------|------|--------------------|
| 10. Aeltere Caenolith-Zeit  | oder | Eocaene Periode.   |
| 11. Mittlere Caenolith-Zeit | -    | Miocaene Periode.  |
| 12. Neuere Caenolith-Zeit   | -    | Pliocaene Periode. |

### V. Fünfter Zeitraum: **Anthropolithisches Zeitalter.** Quartär-Zeit. (Zeitalter der Menschen und der Cultur-Wälder.)

- |                                |      |                            |
|--------------------------------|------|----------------------------|
| 13. Aeltere Anthropolith-Zeit  | oder | Eiszeit. Glaciale Periode. |
| 14. Mittlere Anthropolith-Zeit | -    | Postglaciale Periode.      |
| 15. Neuere Anthropolith-Zeit   | -    | Cultur-Periode.            |

(Die Cultur-Periode ist die historische Zeit oder die Periode der Ueber-  
lieferungen.)

## U e b e r s i c h t

der paläontologischen Formationen oder der versteinierungsführenden Schichten der Erdrinde.

Terrains	Systeme	Formation	Synonyme der Formationen
V. Anthropolithische Terrains oder anthropozoische (quartäre) Schichtengruppen	XIV. Recent (Alluvium)	36. Praesent	Oberalluviale
		35. Recent	Unteraluviale
IV. Caenolithische Terrains oder caenozoische (tertiäre) Schichtengruppen	XIII. Pleistocaen (Diluvium)	34. Postglacial	Oberdiluviale
		33. Glacial	Unterdiluviale
	XII. Pliocaen (Neutertiär)	32. Arvern	Oberpliocaene
		31. Subapennin	Unterspliocaene
	XI. Miocaen (Mitteltertiär)	30. Falun	Obermiocaene
		29. Limburg	Untermiocaene
	X. Eocaen (Alttertiär)	28. Gyps	Obereocaene
		27. Grobkalk	Mittlereocaene
	IX. Kreide	26. Londonthon	Untereocaene
		25. Weiskreide	Oberkreide
III. Mesolithische Terrains oder mesozoische (secundäre) Schichtengruppen	VIII. Jura.	24. Grünsand	Mittelkreide
		23. Neocom	Unterkreide
	VII. Trias.	22. Wealden	Wälderformation
		21. Portland	Oberoolith
		20. Oxford	Mittelloolith
		19. Bath	Unteroolith
		18. Lias	Liasformation
		17. Keuper	Obertrias
II. Paläolithische Terrains oder paläozoische (primäre) Schichtengruppen	VI. Permische (Dyas)	16. Muschelkalk	Mitteltrias
		15. Buntsand	Untertrias
	V. Carbonisches (Steinkohle)	14. Zechstein	Oberpermische
		13. Neurothsand	Unterspermische
	IV. Devonisches (Altrothsand)	12. Kohlensand	Obercarbonische
		11. Kohlenkalk	Untercarbonische
I. Archolithische Terrains oder archozoische (primordiale) Schichtengruppen	III. Silurisches	10. Pilton	Oberdevonische
		9. Ilfracombe	Mitteldevonische
	II. Cambrisches	8. Linton	Untersilurische
		7. Ludlow	Obersilurische
	I. Laurentisches	6. Landoverly	Mittelsilurische
		5. Landeilo	Untersilurische
		4. Potsdam	Obercambrische
		3. Longmynd	Untercambrische
		2. Labrador	Oberlaurentische
		1. Ottawa	Untersilurische

Diese Pflanzen, vorzugsweise durch die beiden wichtigen Classen der Nadelhölzer oder Coniferen und der Farnpalmen oder Cycadeen vertreten, setzten 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 Laub-Wälder. Dieser Zeitraum, welcher auch caenolithisches oder caenozoisches Zeitalter heisst, erstreckte sich vom Ende der Kreideschichtenbildung bis zum Ende der pliocaenen 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 eocaenes oder alttertiäres, das mittlere miocaenes oder mitteltertiäres und das jüngste pliocaenes 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 Wirbelthieren überwiegt von nun an die Classe der Säugethiere bei weitem alle übrigen. Ebenso herrscht in der Pflanzenwelt die formenreiche Gruppe der Decksamen-Pflanzen oder Angiospermen vor; ihre Laubhölzer bilden die charakteristischen Laub-Wälder der Tertiärzeit. Die Abtheilung der Angiospermen besteht aus den beiden Classen der Einkeimblättrigen oder Monocotylen und der Zweikeimblättrigen oder Dicotylen. Zwar hatten sich Angiospermen aus beiden Classen schon in der Kreidezeit gezeigt, und Säugethiere traten schon im letzten Abschnitt der Triaszeit auf. Allein beide Gruppen, Säugethiere und Decksamen-Pflanzen, 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 mächtiger als alle früheren Vorgänge auf die organische Welt umgestaltend einwirkte, und da sie vor Allem dieses jüngste Zeitalter charakterisirt, so könnte man dasselbe auch die Menschenzeit, das anthropolithische oder anthropozoische Zeitalter nennen. Es könnte allenfalls auch das Zeitalter der Cultur-Wälder heissen, weil selbst auf den niederen Stufen der menschlichen Cultur ihr umgestaltender Einfluss sich bereits in der Benutzung 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 pliocaenen Schichten-Ablagerung 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 pleistocaen, das neuere als alluvial oder recent bezeichnet. Das Diluvial-System 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 Erd-Temperatur 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, wurde bereits früher auseinandergesetzt (S. 330). Auch die auf die Eiszeit folgende „Nacheiszeit“, die post-glaciale 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 Pflanzen-Bevölkerung 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 und 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 pliocaenen, vielleicht sogar schon in der mittleren oder miocaenen 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 pleistocaene oder diluviale Zeit von der vorhergehenden Pliocaenperiode 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. 383) 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. 382) 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. 390.)

Man hat viele Versuche angestellt, die Zahl der Jahrtausende, welche diese Zeiträume zusammensetzen, annähernd zu berechnen. Man verglich die Dicke der Schlammschichten, 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 caenolithische 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 Maassangaben nur einen ganz durchschnittlichen und annähernden Werth, und sollen nur dazu dienen, das relative Maassverhältniss der Schichten-Systeme und der ihnen entsprechenden Zeitabschnitte ganz ungefähr zu überblicken. Auch werden die Maasse sehr verschieden abgeschätzt.

Wenn man nun die gesammte Zeit der organischen Erdgeschichte, 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 Schichten-Systeme entsprechend, die relative Zeitdauer der fünf Haupt-Abschnitte oder Zeitalter nach Procenten berechnet, so ergibt sich folgendes Resultat. (Vergl. S. 390.)

I. Archolithische oder Primordialzeit . . . . .	53,6
II. Paläolithische oder Primärzeit . . . . .	32,1
III. Mesolithische oder Secundärzeit . . . . .	11,5
IV. Caenolithische oder Tertiärzeit . . . . .	2,3
V. Anthropolithische oder Quartärzeit. . . . .	0,5
	Summa 100,0

Es beträgt demnach die Länge des archolithischen Zeitraums, während dessen fast noch keine landbewohnende Thiere und Pflanzen existirten, mehr als die Hälfte, mehr als 53 Procent, da-

gegen 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 Schlamm-massen mit sich fortführt, würden in 100,000 Jahren wohl 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 Schichten-Systeme erforderlich waren. Nur relative, nicht absolute Zeitmaasse sind hier mit Vorsicht anwendbar.

Man würde übrigens auch vollkommen fehl gehen, wenn man die Mächtigkeit jener Schichten-Systeme allein als Maassstab 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 oft der mineralogische und paläontolo-

gische Unterschied, den man zwischen je zwei auf einanderfolgenden Schichten-Systemen und zwischen je zwei Formationen derselben wahrnimmt, einem beträchtlichen Zwischenraum von mehreren 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 Schlammschicht aus verschiedenen Bodenbestandtheilen zusammengesetzt sein und ganz 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 Hebungen und Senkungen, welche man theils der Faltung der schrumpfenden Erdrinde, theils der Reaction des feuer-flüssigen Erdkerns gegen die erstarrte Rinde zuschreibt, in weiter Ausdehnung statt. So steigt z. B. die Küste von Schweden und ein Theil von der Westküste Süd-Amerikas beständig langsam empor, während die Küste von Holland und ein Theil von der Ostküste Süd-Amerikas allmählich untersinkt. 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, kann sie die höchsten Gebirge bilden.

Offenbar haben ähnliche Hebungen und Senkungen während des ganzen Verlaufes der organischen Erdgeschichte ununterbrochen an verschiedenen Stellen mit einander gewechselt. Das ergibt sich mit Sicherheit aus der geographischen Verbreitung der Organismen. (Vergl. 326.) Nun ist es aber für die Beurtheilung unserer paläontologischen Schöpfungs-Urkunde ausserordentlich wichtig, sich klar zu machen, dass bleibende Schichten sich bloss während lang-

<p>IV. <b>Caenolithische Schichten-Systeme.</b> Circa 3000 Fuss.</p>	<p>Eocaen, Miocaen, Pliocaen.</p>
<p>III. <b>Mesolithische Schichten-Systeme.</b> Ablagerungen der Secundärzeit. Circa 15,000 Fuss.</p>	<p>IX. Kreide-System. ----- VIII. Jura-System. ----- VII. Trias-System.</p>
<p>II. <b>Paläolithische Schichten-Systeme</b>  Ablagerungen der Primär-Zeit.  Circa 42,000 Fuss.</p>	<p>VI. Permische System. ----- V. Steinkohlen- System. ----- IV. Devonisches System.</p>
<p><b>Tabelle</b> zur Uebersicht der neptunischen verstein- erungsführenden Schichten-Systeme der Erdrinde mit Bezug auf ihre verhältnissmässige durchschnittliche Dicke. (130,000 Fuss circa.)</p>	<p>I. <b>Archo- lithische Schichten- Systeme.</b>  Ablagerungen der Primordial- zeit.  Circa 70,000 Fuss.</p> <p>III. Silurisches System. Circa 22,000 Fuss. ----- II. Cambrisches System. Circa 18,000 Fuss. ----- I. Laurentisches System. Circa 30,000 Fuss.</p>

samer Senkung des Bodens unter Wasser ablagern können, nicht aber während andauernder Hebung. Wenn der Boden langsam mehr und mehr unter den Meeresspiegel versinkt, so gelangen die abgelagerten Schlammschichten 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 Schlammschichten, 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 über einander 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 Hebungszeiträume nicht geringere Berücksichtigung als die damit abwechselnden Senkungszeiträume, von deren organischer Bevölkerung uns die versteinерungsführenden Schichten eine ungefähre Vorstellung geben. Wahrscheinlich waren die ersteren durchschnittlich von nicht geringerer Dauer als die letzteren; für diese Annahme sprechen viele gewichtige Gründe.

Schon hieraus ergibt sich, 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 Schöpfungs-Mittelpunkt, 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. Die Bildung neuer Arten hat offen-

bar während dieser Zwischenzeiten, aus denen uns leider keine Versteinerungen erhalten bleiben konnten, vorzugsweise stattgefunden; umgekehrt gab die langsame Senkung des Bodens eher Gelegenheit zum Aussterben zahlreicher Arten und zu einem Rückschritt in der Artenbildung. 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 Schichten-Gruppen, 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 primordialen 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 feuer-flüssigen Erdinnern nachträglich wieder verändert oder metamorphosirt wurden. Durch die Hitze des glühenden Erdkerns sind diese tiefsten neptunischen Rindenschichten in ihrer ursprünglichen Schichten-Structur 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 Manchen der ältesten bekannten Petrefacten, aus den untersten cambrischen 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. Neuerdings sind fossile Radiolarien auch in praecambrischen Schichten entdeckt.

Ausserordentlich unvollständig wird unsere Schöpfungs-Urkunde durch den Umstand, dass erst ein sehr kleiner Theil der Erdoberfläche genauer geologisch untersucht ist, vorzugsweise Europa und Nord-Amerika; auch von Süd-Amerika und Ost-Indien sind einzelne Stellen der Erdrinde aufgeschlossen; der grösste Theil derselben ist uns aber unbekannt. Dasselbe gilt vom grössten Theil Asiens, des umfangreichsten aller Welttheile; auch von Afrika (ausgenommen das Kap der guten Hoffnung und die Mittelmeerküste) und von Australien wissen wir nur sehr Wenig. Im Ganzen ist wohl kaum der hundertste Theil der gesammten Erdoberfläche gründlich paläontologisch erforscht. 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 Versteinerungen 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, sowie neuerdings in Patagonien 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 fast unzugänglich ist; den grössten Theil der hier seit uralten Zeiten begrabenen Versteinerungen werden wir entweder niemals oder erst nach Verlauf vieler Jahrtausende 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 Gliederthiere, die Kalkskelete der Sternthiere und Corallen, ferner die holzigen, festen Theile der Pflanzen, die einer solchen Versteinierung 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 Classen von Organismen, wie z. B. die Medusen, die Platoden, die nackten Mollusken, welche keine Schale haben, ein grosser Theil der Gliederthiere, die meisten Würmer und selbst die niedersten Wirbelthiere gar keine festen und harten, versteinierungsfähigen 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 Lebensformen werden wir naturgemäss auch gar keine versteinerten Reste zu finden erwarten können. Ferner sind die Embryonen und Jugendzustände fast aller Organismen so weich und zart, dass sie gar nicht versteinierungsfähig sind. Was wir also von Versteinerungen in den neptunischen Schichten-Systemen der Erdrinde vorfinden, das sind im Verhältniss zum Ganzen nur wenige Formen, und meistens nur einzelne Bruchstücke.

Sodann ist zu berücksichtigen, dass die Meerbewohner in einem viel höheren Grade Aussicht haben, ihre todtten Körper in den abgelagerten Schlammschichten 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 Versteinerungen Organismen angehört, die im Meere lebten, und dass von den Landbewohnern verhältnissmässig nur

sehr wenige im fossilen Zustande erhalten sind. Welche Zufälligkeiten hierbei in's Spiel kommen, mag Ihnen allein der Umstand beweisen, dass man von vielen fossilen Säugethieren, insbesondere von den meisten Säugethieren der Secundärzeit, weiter Nichts kennt, als den Unterkiefer. Dieser Knochen ist erstens verhältnissmässig fest und löst sich zweitens sehr leicht von dem todten Cadaver, 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 Oxford in England, in den Schiefeln von Stonesfield, bis jetzt fast nur die Unterkiefer von zahlreichen Beutelthieren gefunden worden sind; sie gehören zu den ältesten Säugethieren, welche wir kennen. Von dem ganzen übrigen Körper derselben war auch nicht ein Knochen mehr vorhanden. Die „exacten“ Gegner der Entwicklungstheorie würden nach der bei ihnen gebräuchlichen Logik hieraus den Schluss ziehen müssen, dass der Unterkiefer der einzige Knochen im Leibe jener merkwürdigen Thiere war.

Für die kritische Würdigung der vielen unbedeutenden Zufälle, die unsere Kenntniss der Versteinerungen 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 er-messen, dass man von sehr vielen wichtigen Versteinerungen nur ein einziges oder nur ein paar Exemplare kennt. Im Jahre 1861 wurde im lithographischen Schiefer von Solenhofen das unvollständige Skelet des ältesten, bis jetzt bekannten Vogels entdeckt:

*Archaeopteryx lithographica*; 1877 wurde ebendasselbst ein zweites Exemplar gefunden, welches das erste in glücklichster Weise ergänzt. Die Kenntniss dieses einzigen Vogels aus dem Jurasystem besitzt für die Phylogenie der ganzen Vögelclasse die allergrösste Wichtigkeit. Alle bisher bekannten Vögel stellten eine sehr ein förmig organisirte Gruppe dar, und zeigten keine auffallenden Uebergangsbildungen zu anderen Wirbelthierclassen, auch nicht zu den nächstverwandten Reptilien. Jener fossile Vogel aus dem Jura dagegen besass keinen gewöhnlichen Vogelschwanz, sondern einen Eidechschwanz, und bestätigte dadurch die aus anderen Gründen vermuthete Abstammung der Vögel von den Eidechsen. Durch dieses Petrefact wurde also nicht nur unsere Vorstellung von dem Alter der Vogelclasse, sondern auch von ihrer Blutsverwandtschaft mit den Reptilien wesentlich erweitert. Eben so sind unsere Kenntnisse von anderen Thiergruppen oft durch die zufällige Entdeckung einer einzigen Versteinerung wesentlich umgestaltet worden. Da wir aber wirklich von 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 Zwischen-Formen, 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 Stamm-Form 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 Zwischen-Formen der Arten sich so vollständig versteinert erhielten, dass sie noch gegenwärtig die systematischen Paläontologen in die grösste Ver-

legenheit versetzen und endlose Streitigkeiten über die ganz willkürlichen Grenzen der Species hervorrufen.

Ein ausgezeichnetes Beispiel der Art liefert die berühmte vielgestaltige Süsswasser-Schnecke 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 Formen-Gruppe entwickeln konnte. Ebenso finden sich bei sehr vielen anderen fossilen Arten (z. B. vielen Ammoniten, Terebrateln, Seeigeln, Seelilien u. s. w.) die verknüpfenden Zwischen-Formen in solcher Masse, dass sie die „fossilen Specieskrämer“ zur Verzweiflung bringen.

Wenn Sie nun alle vorher angeführten Verhältnisse erwägen, so werden Sie sich nicht darüber wundern, dass die paläontologische Schöpfungs-Urkunde ganz ausserordentlich lückenhaft und unvollständig ist. Aber dennoch haben die wirklich gefundenen Versteinerungen den grössten Werth. Ihre Bedeutung für die natürliche Schöpfungs-Geschichte 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 ge-

winnen. Ein paar kleine Backzähne, die in der Keuper-Formation der Trias gefunden wurden, waren lange Zeit hindurch der einzige Beweis dafür, dass schon in der Triaszeit Säugethiere wirklich existirt haben.

Von der Unvollkommenheit des geologischen Schöpfungsberichtes sagt Darwin, in Uebereinstimmung mit Lyell, dem berühmten 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 jeder 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, indem wir wirklich den Stammbaum der verschiedenen organischen Gruppen entwerfen wollen. Jedoch besitzen wir glücklicher Weise ausser den Versteinerungen auch noch andere historische Urkunden; und diese sind in vielen Fällen von nicht geringerem und in den meisten sogar von viel höherem Werthe als die Petrefacten. Die bei weitem wichtigste von diesen anderen Schöpfungs-Urkunden ist ohne Zweifel die Ontogenie oder Keimes-Geschichte; denn sie wiederholt uns kurz in grossen, markigen Zügen das Bild der Stammes-Geschichte oder Phylogenie (vergl. oben S. 309).

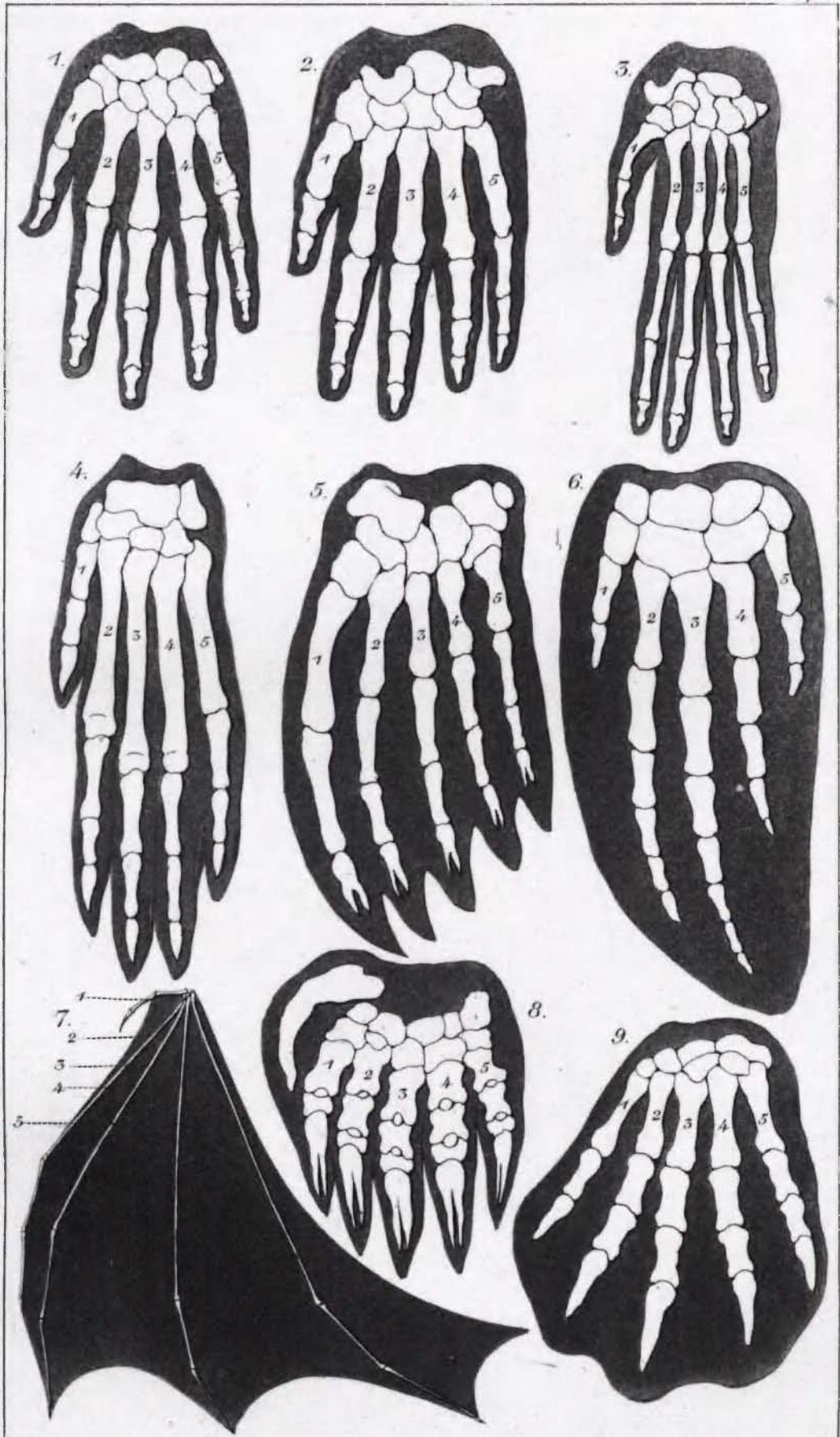
Allerdings ist die Skizze, welche uns die Ontogenie der Organismen von ihrer Phylogenie giebt, in den meisten Fällen mehr oder weniger verwischt, und zwar um so mehr, je mehr die Anpassung im Laufe der Zeit das Uebergewicht über die Ver-

erbung erlangt hat, und je mächtiger das Gesetz der abgekürzten Vererbung und das Gesetz der wechselbezüglichen Anpassung eingewirkt haben. Allein dadurch wird der hohe Werth nicht vermindert, welchen die wirklich treu erhaltenen Züge jener Skizze besitzen. Besonders für die Erkenntniss der frühesten paläontologischen Entwicklungs-Zustände ist die Ontogenie von ganz unschätzbarem Werthe, weil gerade von den ältesten Entwicklungs-Stufen der Stämme und Classen uns gar keine versteinerten Reste erhalten worden sind und auch schon wegen der weichen und zarten Körper-Beschaffenheit derselben nicht erhalten bleiben konnten. Keine Versteinerung könnte uns von der unschätzbar wichtigen Thatsache berichten, welche die Ontogenie uns erzählt, dass die ältesten gemeinsamen Vorfahren aller verschiedenen Thier- und Pflanzen-Arten ganz einfache Zellen, gleich den Eiern waren. Keine Versteinerung könnte uns die unendlich werthvolle, durch die Ontogenie festgestellte Thatsache beweisen, dass durch einfache Vermehrung, Gemeindegliederung und Arbeitstheilung jener Zellen die unendlich mannichfaltigen Körperformen der vielzelligen Organismen entstanden. Allein schon die Gastrulation (S. 300) ist eine der wichtigsten Stammes-Urkunden. So hilft uns die Ontogenie über viele und grosse Lücken der Paläontologie hinweg.

Zu den unschätzbaren Schöpfungs-Urkunden 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 wir daraus mit voller 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 nachstehenden Tafel IV abgebildet sind, und bei 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 Schnabelthieres (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 Stamm-Eltern diese wunderbare Homologie oder Gleichheit im wesentlichen inneren Bau bei so verschiedener äusserer Form verursacht habe. Und wenn Sie nun im System von den Säugethiere 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 Form-Verwandtschaft enthüllt Ihnen hier, wie überall, den Grad der wahren Stamm-Verwandtschaft. (Vergl. hierzu auch Taf. XXIV und Erklärung, die Homologie der Hinterbeine bei den Wirbelthieren.)

---



F. Haackel del.

W. Goshman sc.

1. Mensch. 2. Gorilla. 3. Orang. 4. Hund. 5. Seehund. 6. Delphin.  
 7. Fledermaus. 8. Maulwurf. 9. Schnabelthier.



## Siebzehnter Vortrag.

### Phylogenetisches System der Organismen. Protisten und Histonen.

---

Specielle Durchführung der Descendenz-Theorie in dem natürlichen System der Organismen. Construction der Stammbäume. Neuere Fortschritte der Phylogenie. 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 Descendenz-Hypothesen. Das Reich der Protisten oder Zelllinge (einzellige Organismen). Gegensatz zum Reiche der Histonen oder Webinge (vielzellige Thiere und Pflanzen). Grenzen zwischen Thierreich und Pflanzenreich. Urpflanzen (Protophyta) und Urthiere (Protozoa). Monobien und Coenobien. Challenger-Resultate. Geschichte der Radiolarien. System der organischen Reiche.

Meine Herren! Durch die denkende Vergleichung der individuellen und paläontologischen Entwicklung, sowie durch die vergleichende Anatomie der Organismen, durch die vergleichende Betrachtung ihrer entwickelten Form-Verhältnisse, gelangen wir zur Erkenntniss ihrer stufenweis verschiedenen Form-Verwandtschaft. Dadurch gewinnen wir aber zugleich einen Einblick in ihre wahre Stamm-Verwandtschaft; denn diese ist ja nach der Descendenz-Theorie der eigentliche Grund der Form-Verwandtschaft. Wenn wir also die empirischen Resultate der Embryologie, Paläontologie und Anatomie zusammenstellen, kritisch vergleichen, und zur gegenseitigen Ergänzung benutzen, dürfen wir hoffen, uns der Erkenntniss des natürlichen Systems, und somit auch des Stammbaums der Organismen zu nähern. Allerdings bleibt unser menschliches Wissen, wie überall, so ganz besonders hier,

nur Stückwerk, schon wegen der ausserordentlichen Unvollständigkeit und Lückenhaftigkeit der empirischen Schöpfungs-Urkunden. 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 Descendenz-Theorie 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 Stamm-Arten herrühren“. Da aber auch diese wenigen Hauptformen noch Spuren von verwandtschaftlicher Verkettung zeigen, und da selbst Pflanzen- und Thierreich durch vermittelnde Uebergangs-Formen 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“.

Ich habe 1866 in der systematischen Einleitung zu meiner allgemeinen Entwicklungs-Geschichte (im zweiten Bande der generellen Morphologie) eine Anzahl von hypothetischen Stammtafeln für die grösseren Organismen-Gruppen aufgestellt, und damit thatsächlich den ersten Versuch gemacht, die Stammbäume der Organismen in der Weise, wie es die Entwicklungs-Theorie erfordert, wirklich zu construiren. Dabei war ich mir der ausserordentlichen Schwierigkeiten dieser wichtigen 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. Die meisten Zoologen und Botaniker sind von diesem Anfang wenig befriedigt worden, und am wenigsten natürlich in dem engen Specialgebiete, in welchem ein Jeder besonders arbeitet. Allein wenn irgendwo, so ist gewiss hier das Tadeln viel leichter als das Bessermachen.

In den 32 Jahren, welche seit dem Erscheinen der „Generellen Morphologie“ verflossen sind, ist sehr Viel geschehen, um den dort entworfenen Grundriss der Phylogenie auszuführen. Zwar erhoben sich anfänglich viele Stimmen, welche nicht nur jene ersten Entwürfe für ganz verfehlt, sondern die phylogenetische Forschung und die damit verknüpfte Construction hypothetischer Stammbäume überhaupt für unwissenschaftlich, ja sogar für unmöglich erklärten. Du Bois-Reymond suchte sie lächerlich zu machen, indem er sie mit den philologischen Forschungen über die Stammbäume der homerischen Helden verglich. Aber die Freude unserer Gegner über diese und ähnliche, namentlich von Physiologen ausgehende Angriffe war nur von kurzer Dauer; denn bald regte sich überall in erfreulichster Weise der phylogenetische Forschungstrieb. Jeder denkende Morphologe, der eine grössere oder kleinere Gruppe des Thierreichs systematisch bearbeitete, wurde durch die Erkenntniss ihrer Form-Verwandtschaft von selbst zu der Frage nach ihrer Stamm-Verwandtschaft hingeführt; und in vielen Fällen ergaben sich die Grundzüge derselben mit so viel Klarheit, dass man sich eine vollkommene Vorstellung von der Entstehung und stufenweisen Entwicklung dieser Thiergruppe machen konnte; so z. B. bei den Hufthieren, Haifischen, Krebsthieren, Ammoniten, Seeigeln, Seelilien u. s. w. Ich selbst habe in meinen Monographien der Radiolarien, Kalkschwämme, Medusen und Siphonophoren zu zeigen versucht, wie weit es möglich ist, den Stammbaum einer formenreichen Thier-Gruppe auf Grund der bekannten Urkunden zu ermitteln.

Den ersten Entwurf der Stammesgeschichte, welcher die systematische Einleitung zum zweiten Bande der generellen Morphologie bildete, habe ich neuerdings weiter ausgeführt in einem dreibändigen, streng wissenschaftlich gehaltenen Werke, der „Systematischen Phylogenie“. Der erste Band derselben behandelt die Stammesgeschichte der Protisten und Pflanzen (1894), der zweite Band diejenige der wirbellosen Thiere (1896), der dritte Band die Phylogenie der Wirbelthiere (1895). In diesem Werk habe ich den schwierigen Versuch durchgeführt, die Vorstellungen in möglichst klarer Form zusammenzufassen, welche

ich mir während eines Zeitraums von mehr als 30 Jahren über die historische Entwicklung der organischen Formenwelt und den genealogischen Zusammenhang ihrer wechselnden Gestalten allmählich gebildet habe. Auch diese Vorstellungen selbst sind naturgemäss dem Wechsel unterworfen und haben sich während dieser drei Decennien wesentlich geklärt. Daher ist auch das neue daselbst ausgeführte „Natürliche System der Organismen“ — gleich jedem anderen! — immer nur als ein unvollkommener „Entwurf“ anzusehen. Indessen gleich allen anderen wissenschaftlichen Hypothesen, welche zur Erklärung der Thatsachen 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 Stamm-Eltern aller folgenden, müssen wir uns nothwendig als Moneren denken, als einfache weiche structurlose Plasma-Klumpchen, 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 Documenten, die zur sicheren Durchführung der Stammes-Geschichte 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 Urkunden-Reihen hingewiesen, welche das paläontologische Archiv in wesentlichster Weise ergänzen, der vergleichenden Anatomie und Keimes-Geschichte.

Wenn wir nun diese höchst werthvollen Urkunden gehörig denkend und vergleichend zu Rathe ziehen, und vom allgemeinsten Standpunkt der Zellen-Theorie einen umfassenden Blick auf die Gesammtheit der Lebens-Formen werfen, so begegnen wir zunächst einer höchst wichtigen Thatsache: Die niedersten und einfachsten Lebens-Formen, die sogenannten Urpflanzen und Urthiere, bestehen zeitlebens nur aus einer einfachen Zelle; sie sind permanent einzellig. Hingegen sind die meisten Organismen, insbesondere alle höheren Thiere und Pflanzen vielzellig, aus einer Vielzahl von eng verbundenen Zellen zusammengesetzt; sie nehmen ihren Ursprung aus einem Ei und dieses Ei ist bei den Thieren ebenso wie bei den Pflanzen eine einzige ganz einfache Zelle: ein Klümpchen einer Eiweiss-Verbindung, in welchem ein anderer eiweissartiger Körper, der Zellkern, eingeschlossen ist. Diese kernhaltige Zelle wächst und vergrössert sich. Durch Theilung bildet sich ein Zellen-Häufchen, und aus diesem entstehen durch Arbeitstheilung in der früher beschriebenen Weise die vielfach verschiedenen Formen, welche die ausgebildeten Thier- und Pflanzen-Arten uns vor Augen führen. (Vergl. S. 298.) 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 Keimes-Geschichte jedes einzelnen Individuums nur ein kurzer Auszug seiner Phylogenie oder Stammes-Geschichte ist, eine Recapitulation 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 also einfache, isolirt lebende Zellen. Dieses unschätzbare Geheimniss des organischen Stammbaumes wird uns durch die Ei-Zelle der Thiere und Pflanzen mit untrüglicher Sicherheit verrathen. Wenn die Gegner der Descendenz-Theorie 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 entgegnen wir einfach, dass wir dieses unglaubliche Wunder jeden Augenblick nachweisen 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 ursprünglich stattgefunden hat.

Auf Grund der keimesgeschichtlichen 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 reißen, dass die älteste Wurzel des Thier- und Pflanzenreichs gemeinsam ist, eine einfachste Zelle. Denn die verschiedenen uralten „Urzellen“, aus denen sich die wenigen verschiedenen Hauptgruppen, die „Stämme“ oder Phylen des Thier- und Pflanzenreichs entwickelt haben, können ihre Verschiedenheit selbst erst erworben haben, und können selbst von einer gemeinsamen Urstamm-Zelle abstammen. Wo kommen aber jene wenigen „Urzellen“ oder diese eine „Urstamm-Zelle“ her? Zur Beantwortung dieser genealogischen Grundfrage müssen wir auf die früher erörterte Plastiden-Theorie und die Urzeugungs-Hypothese zurückgreifen. (S. 368.)

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 Chromaceen, Bacterien, Protamoeben, Protomyxen u. s. w. Nur solche structurlose Plasma-Körperchen, deren ganzer eiweissartiger Leib so gleichartig in sich wie ein anorganischer Krystall ist, und dennoch die beiden organischen Grundfunctionen der Ernährung und Fortpflanzung vollzieht, 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 Plasma-Leibes sich von dem äusseren Zellschleim sonderte. Andererseits bildete sich durch Differenzirung der äussersten Zellschleim-Schicht 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 Moneren-Leibes, durch die Bildung eines Kerns im Innern, einer Hülle an der äusseren Oberfläche des Plasma-Körpers, 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. (S. 368.) Jedenfalls sind die Moneren die Urquellen alles organischen Lebens.

Hier wird sich Ihnen nun zunächst die Frage aufdrängen: Stammen alle organischen Cytoden und Zellen, und mithin auch jene Urzellen, welche wir vorher als die Stamm-Eltern der wenigen grossen Haupt-Gruppen des Thier- und Pflanzenreichs betrachtet haben, von einer einzigen ursprünglichen Moneren-Form ab? Oder giebt es mehrere verschiedene organische Stämme, deren jeder von einer eigenthümlichen, selbstständig durch Urzeugung entstandenen Moneren-Art abzuleiten ist? Mit anderen Worten: Ist die ganze organische Welt gemeinsamen Ursprungs, oder verdankt sie mehrfachen Urzeugungs-Acten 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

eigentlich nicht besitzt, vielmehr im Grunde von untergeordneter Bedeutung und polyphyletisch zu beantworten ist.

Hier müssen wir nun zunächst den Begriff des organischen Stammes feststellen. Wir verstehen unter Stamm oder Phylum die Gesamtheit aller derjenigen Organismen, deren Abstammung von einer gemeinsamen Stamm-Form aus Gründen der Anatomie und Entwicklungsgeschichte nicht zweifelhaft sein kann, oder doch wenigstens in hohem Maasse wahrscheinlich ist. Unsere Stämme oder Phylen fallen also wesentlich dem Begriffe nach mit jenen wenigen „grossen Classen“ oder „Haupt-Classen“ zusammen, 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 acht Hauptabtheilungen zusammenfallen, welche die Zoologen seit Cuvier und Baer als „Haupt-Formen, General-Pläne, Zweige oder Kreise“ des Thierreichs unterscheiden. (Vergl. S. 48.) Cuvier unterschied 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 acht, indem man die drei ersten Haupt-Classen oder Kreise beibehält, die vierte aber (Strahlthiere) in fünf Zweige auflöst; diese sind die Mantelthiere (*Tunicata*), Sternthiere (*Echinoderma*), Wurmthiere (*Helminthes*), Pflanzenthiere (*Coelenteria*) und Urthiere (*Protozoa*). Innerhalb jedes dieser acht Stämme zeigen alle dazu gehörigen Thiere trotz grosser Mannichfaltigkeit der äusseren Form dennoch im inneren Bau so zahlreiche und wichtige gemeinsame Grundzüge, dass wir ihre Stamm-Verwandtschaft vorläufig mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen können.

Dasselbe gilt auch von den sechs grossen Haupt-Classen, 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 Tange (*Algae*). Die letzten

drei Gruppen zeigen selbst wiederum unter sich so nahe Beziehungen, dass man sie als Thalluspflanzen (*Thallophyta*) den drei ersten Haupt-Classen gegenüber stellen, und somit die Zahl der Phylen oder Haupt-Gruppen des Pflanzenreichs auf vier beschränken könnte. Auch Mose und Farne könnte man als Prothalluspflanzen (*Diaphyta*) zusammenfassen und dadurch die Zahl der Pflanzenstämme auf drei erniedrigen: Blumenpflanzen, Prothalluspflanzen und Thalluspflanzen. Wir wollen aber dieser Eintheilung gleich die ausdrückliche Bemerkung hinzufügen, dass die morphologischen und phylogenetischen Beziehungen der sechs Stämme des Pflanzenreichs ganz andere sind, als diejenigen der acht Stämme des Thierreichs.

Gewichtige Thatsachen der vergleichenden Anatomie und Entwicklungs-Geschichte legen sowohl im Thierreich als im Pflanzenreich die Vermuthung nahe, dass auch diese wenigen Haupt-Classen oder Stämme unter sich wiederum stammverwandt sind. Wir werden nachher sehen, in wie verschiedener Weise dieser phylogenetische Zusammenhang der Stämme im Thierreich einerseits, im Pflanzenreiche andererseits zu denken ist. Man könnte selbst noch einen Schritt weiter gehen und mit Darwin annehmen, dass die beiden Stammbäume des Thier- und Pflanzenreichs an ihrer tiefsten Wurzel zusammenhängen; dann würden entweder die niedersten und ältesten Thiere und Pflanzen von einem einzigen gemeinsamen Urwesen, oder die ersteren von den letzteren abstammen. Natürlich könnte nach unserer Ansicht dieser gemeinsame Urganismus nur ein einfachstes, durch Urzeugung entstandenes Moner sein.

Vorsichtiger werden wir vorläufig jedenfalls verfahren, wenn wir diesen letzten Schritt noch vermeiden, und wahre Stamm-Verwandtschaft nur innerhalb jedes Stammes oder Phylum annehmen, wo sie durch die Thatsachen der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie ziemlich sicher gestellt wird. Aber schon jetzt können wir bei dieser Gelegenheit darauf hinweisen, dass zwei verschiedene Grund-Formen der genealogischen Hypothesen möglich sind, und dass alle verschiedenen Untersuchungen der Descendenz-Theorie über den Ursprung der organi-

schen Formen-Gruppen sich künftig entweder mehr in der einen oder mehr in der anderen von diesen beiden Richtungen bewegen werden. Die einheitliche (einstämmige oder monophyletische) Abstammungs-Hypothese wird bestrebt sein, den ersten Ursprung sowohl aller einzelnen Organismen-Gruppen als auch der Gesamtheit derselben auf eine einzige gemeinsame, durch Urzeugung entstandene Moneren-Art zurückzuführen. Die vielheitliche (vielstämmige oder polyphyletische) Descendenz-Hypothese dagegen wird annehmen, dass mehrere verschiedene Moneren-Arten durch Urzeugung entstanden sind, und dass diese mehreren verschiedenen Haupt-Classen (Stämmen oder Phylen) den Ursprung gegeben haben. Im Grunde ist der scheinbar sehr bedeutende Gegensatz zwischen diesen beiden Hypothesen nur von geringer Wichtigkeit. Denn beide, sowohl die einheitliche oder monophyletische, als die vielheitliche oder polyphyletische Descendenz-Hypothese, 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 Plasson-Masse, einer eiweissartigen Kohlenstoff-Verbindung besteht, so können die Unterschiede der verschiedenen Moneren nur chemischer Natur sein und nur in einer verschiedenen molekularen Zusammensetzung jener schleimartigen Plasma-Verbindung bestehen. Diese feinen und verwickelten Mischungs-Verschiedenheiten der unendlich mannichfaltig zusammengesetzten Eiweiss-Verbindungen sind aber vorläufig für die rohen und groben Erkenntnismittel 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 sämmtlichen Blumen-Pflanzen von einer einzigen Farn-Form abzuleiten, während die andern die Vorstellung vorziehen werden, dass mehrere verschiedene Phanerogamen-Gruppen aus mehreren verschiedenen Farn-Gruppen hervor-

gegangen sind. Ebenso werden im Thierreiche die einen Zoologen mehr zu Gunsten der Annahme sein, dass sämmtliche placentale Säugethiere von einer einzigen Beutelthier-Form abstammen, die andern dagegen mehr zu Gunsten der entgegengesetzten Annahme, dass mehrere verschiedene Gruppen von Placental-Thieren aus mehreren verschiedenen Beutelthier-Gruppen hervorgegangen sind. Was das Menschen-Geschlecht selbst betrifft, so werden die Einen den Ursprung desselben aus einer einzigen Affen-Form vorziehen, während die Andern sich mehr zu der Vorstellung neigen werden, dass mehrere verschiedene Menschen-Arten unabhängig von einander aus mehreren verschiedenen Affen-Arten 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 für die höchsten und höheren Formen-Gruppen die einstämmigen oder monophyletischen Descendenz-Hypothesen mehr innere Wahrscheinlichkeit besitzen, dagegen für die niederen und niedersten Abtheilungen die vielstämmigen oder polyphyletischen Abstammungs-Hypothesen. Das gilt sowohl für das Thierreich wie für das Pflanzenreich.

Der früher erörterte chorologische Satz von dem einfachen „Schöpfungs-Mittelpunkte“ oder der einzigen Urheimath der meisten Species führt zu der Annahme, dass auch die Stamm-Form einer jeden grösseren und kleineren natürlichen Gruppe nur einmal im Laufe der Zeit und nur an einem Orte der Erde entstanden ist. Für alle einigermaassen differenzirten und höher entwickelten Classen und Classen-Gruppen des Thier- und Pflanzenreichs darf man diese einfache Stammeswurzel, diesen monophyletischen Ursprung als gesichert annehmen (vergl. S. 313). Für die einfachen Organismen niedersten Ranges gilt dies aber nicht. Vielmehr wird wahrscheinlich die entwickelte Descendenz-Theorie der Zukunft den polyphyletischen Ursprung für viele niedere und unvollkommene Gruppen der beiden organischen Reiche nachweisen (vergl. meinen Aufsatz über „Einstämmigen und vielstämmigen Ursprung“ im „Kosmos“ Bd. IV, 1879). Auf der anderen Seite sprechen wieder manche Thatsachen für einen ursprünglichen Zu-

sammenhang der ältesten Stamm-Wurzeln. Man kann daher vorläufig immerhin (— als heuristische Hypothese! —) für das Thierreich einerseits, für das Pflanzenreich andererseits eine einstämmige oder monophyletische Descendenz annehmen.

Um diese schwierigen Fragen der Stammes-Geschichte richtig zu beurtheilen, und um sich ihrer Lösung mit Sicherheit nähern zu können, muss man vor Allem ein wichtiges Verhältniss im Auge behalten, nämlich den bedeutungsvollen Unterschied in der Entwicklung der einzelligen und der vielzelligen Organismen. Dieser Unterschied ist bisher viel zu wenig gewürdigt worden, obwohl er die grösste Wichtigkeit, sowohl in morphologischer als physiologischer Beziehung besitzt. Denn der bleibend einzellige Organismus verhält sich zum höher entwickelten vielzelligen ganz ähnlich, wie die einzelne menschliche Person zum Staate. Nur durch die innige Verbindung vieler Zellen zu einem Ganzen, durch ihre Arbeitstheilung und Formspaltung, wird jene höhere Entfaltung der Lebensthätigkeiten und Formbildungen möglich, welche wir bei den vielzelligen Thieren und Pflanzen bewundern. Bei den einzelligen Lebensformen vermischen wir dieselbe; sie bleiben stets auf einer viel niedrigeren Stufe stehen.

Aus diesen und anderen Gründen habe ich schon früher vorgeschlagen, die ganze organische Körperwelt zunächst in zwei Haupt-Gruppen einzutheilen: Protisten und Histonen. Die Protisten oder Einzelligen behalten entweder zeitlebens ihre volle Selbstständigkeit als einfache Zellen bei (*Monobia*), oder sie bilden durch Gesellung nur lockere Zellhorden (*Coenobia*), aber niemals wirkliche Gewebe. Die Histonen oder Vielzelligen hingegen sind nur im Beginn ihrer Existenz einzellig; bald entstehen durch wiederholte Theilung der Stamm-Zelle organisirte Zell-Verbände und aus diesen Gewebe (*Hista*); die einfachste Form des Gewebes ist bei den Pflanzen der Thallus, bei den Thieren die Keimhaut oder das Blastoderma.

Aus den Thatsachen der vergleichenden Keimesgeschichte dürfen wir mit voller Sicherheit den Schluss ziehen, dass alle Histonen ursprünglich von Protisten abstammen; alle vielzelligen Thiere sowohl, wie alle vielzelligen Pflanzen müssen

natürlich ursprünglich aus einzelligen Vorfahren entstanden sein; denn noch heute entwickelt sich thatsächlich jeder einzelne vielzellige Organismus aus einer einzelligen Keimform (*Cytula*, S. 297). Diese „Stamm-Zelle“ ist nach dem biogenetischen Grundgesetze die erbliche Wiederholung der „Urzelle“, der ursprünglichen historischen Ahnenform oder der einzelligen Vorfahren. Daraus folgt aber keineswegs, dass alle uns bekannten Protisten zu den Vorfahren der Histonen gehören; im Gegentheil! Nur ein sehr kleiner Bruchtheil der ersteren darf in den Stammbaum der letzteren einbezogen werden. Die überwiegende Mehrzahl aller Protisten gehört selbstständigen Stämmen an, welche weder zu den Histonen des Pflanzenreiches noch des Thierreiches in direkter phylogenetischer Beziehung stehen.

Durch die ausgedehnten mikroskopischen Untersuchungen des letzten halben Jahrhunderts sind wir mit einer wunderbaren Welt des sogenannten „unsichtbaren Lebens“ bekannt geworden. Das verbesserte Mikroskop hat uns viele Tausende von Arten kleinster Lebewesen kennen gelehrt, welche dem unbewaffneten Auge verborgen waren, und welche trotzdem durch die Mannichfaltigkeit ihrer zierlichen Gestalten, wie ihrer einfachen Lebens-Erscheinungen unser höchstes Interesse erregen. Die erste umfassende Darstellung derselben gab 1838 der berühmte Berliner Mikrologe Gottfried Ehrenberg in seinem grossen Werke: „Die Infusions-Thierchen als vollkommene Organismen“. Dieses Werk enthält die Beschreibung und Abbildung zahlreicher mikroskopischer Organismen aus den verschiedensten Classen, von ganz ungleicher Organisation. Ehrenberg war durch seine Untersuchungen zu der irrthümlichen Ueberzeugung gelangt, dass ihr Körper allgemein eine sehr vollkommene Zusammensetzung aus verschiedenen Organen besitze, ähnlich dem der höheren Thiere; er gründete auf diesen Irrthum „das ihm eigene Princip überall gleich vollendeter Organisation“. In der That besteht diese aber nicht; und die Mehrzahl seiner sogenannten „Infusions-Thierchen“ sind einzellige Protisten.

In demselben Jahre, 1838, in welchem Ehrenberg sein grosses Infusorien-Werk veröffentlichte, begründete Schwann seine Zellen-Theorie, deren eifrigster Gegner der erstere bis zu seinem

Tode (1876) geblieben ist. Als grösster Fortschritt ergab sich aus der Zellen-Theorie zunächst die Erkenntniss, dass alle verschiedenen Gewebe des Thier- und Pflanzen-Körpers aus einem und demselben Form-Elemente zusammengesetzt seien, aus der einfachen Zelle. Sowohl die Stengel und Blätter, die Blüten und Früchte der Pflanzen, als die Nerven und Muskeln, die Decken- und Binde-Gewebe der Thiere, sind Anhäufungen von Milliarden mikroskopischer Zellen; ihre verschiedene Beschaffenheit beruht lediglich auf der verschiedenen Anordnung und Zusammensetzung, Arbeitstheilung und Formspaltung der constituirenden Zellen. In den einfacheren Geweben der Pflanzen bewahren diese Zellen, als Bausteine der Gewebe, eine grössere Selbstständigkeit und werden gewöhnlich von einer festen Haut oder Membran umhüllt; diese fehlt dagegen den meisten Zellen der thierischen Gewebe, welche eine höhere Ausbildung erreichen.

Zahlreiche mikroskopische Lebensformen, welche Ehrenberg als hoch organisirte Infusions-Thierchen beschrieben hatte, wurden schon bald darauf als einfache, selbstständig lebende Zellen erkannt; und 1845 wurde dieser Nachweis von Siebold sogar für die Wimperthierchen (*Ciliata*) und Wurzelfüssler (*Rhizopoda*) geführt, welche man allgemein für hoch organisirte Thiere gehalten hatte; er gründete für sie die besondere Hauptklasse der einzelligen Urthiere (*Protozoa*). Indessen dauerte es immerhin noch ziemlich lange, ehe diese bedeutungsvolle Erkenntniss sich allgemeine Anerkennung erwarb. Erst nachdem unsere Kenntniss vom Zellenleben sich weiter ausgebildet hatte, und nachdem ich (1872) die echten vielzelligen Thiere als Metazoen den einzelligen Protozoen gegenüber gestellt hatte, wurde die Grundverschiedenheit beider Reiche allgemein anerkannt.

Je mehr wir nun aber durch ausgedehnte Untersuchungen von der Natur der einzelligen Organismen kennen lernten, und je weiter der grosse von ihnen gebildete Formenkreis sich ausdehnte, desto stärker wurden die Zweifel, ob denn wirklich alle diese sogenannten „Ur-Thiere“ als echte Thiere zu betrachten seien? Viele von ihnen schienen eher einfachste Pflanzen zu sein, und manche Gruppen waren so unmittelbar durch Uebergangs-