

Kosmos Zeitschrift für einheitl. Weltanschauung auf Grund d.
Entwicklungslehre

Bd.: 4 = Jg. 2. 1878/79

Stuttgart 1879

4 Phys.g. 80 s-4

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11384357-6

Einstämmiger und vielstämmiger Ursprung.

Von

Ernst Haeckel.



Wenn Herr Charles Darwin heute am Schlusse seines siebenzigsten Lebensjahres auf die mächtigen, weltbewegenden Geisteskämpfe zurückblickt, zu denen vor zwanzig Jahren sein epochemachendes Werk „über den Ursprung der Arten“ die erste Veranlassung gab, dann darf er wohl mit Faust sagen: „Es kann die Spur von meinen Erdentagen nicht in Aeonen untergehn.“ Denn so lange ferner noch menschlicher Wissensdurst die Geheimnisse der Natur erforscht, so lange menschliche Vernunft den „ruhenden Pol“ des Naturgesetzes „in der Erscheinungen Flucht sucht“, so lange wird es unvergessen bleiben, daß um die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts Charles Darwin es war, der als biologischer Columbus die neue Welt der „wahren Ursachen in der organischen Natur“ entdeckte. Ist ja doch die „Frage aller Fragen“, die Frage vom Ursprung des Menschen und seiner wahren „Stellung in der Natur“, durch Darwin zuerst auf denjenigen Weg geführt worden, auf dem ihre Lösung einzig

und allein möglich war. Im Anschluß daran giebt es heute kein Gebiet menschlichen Wissens mehr, welches sich dem leitenden Einflusse von Darwin's Entwicklungs-Theorie zu entziehen vermöchte.

Wenn nun aber in erster Linie wir Biologen, wir Naturforscher, die wir die Räthsel des organischen Lebens zu lösen suchen, heute dankbar und verehrungsvoll den Eintritt des ehrwürdigen Altmeisters in das achte Decennium seines ruhmgekrönten Lebens feiern, so sind wir vorzugsweise dazu berechtigt durch die erfreuliche Thatsache, daß bereits auf allen Gebieten unserer Wissenschaft Darwin's Lehre der unentbehrliche Leitstern der Forschung geworden ist. Nicht darüber streiten wir mehr, ob sich die organische Welt entwickelt hat oder nicht. Vielmehr gehen unsere verschiedenen Ansichten nur noch darüber auseinander, wie diese Entwicklung im Einzelnen zu denken ist, wie der wahre genetische Zusammenhang der stammverwandten organischen Gestalten in den einzelnen Klassen sich verhält. In demjenigen Gebiete biologischer Forsch-

ung, in dem sich meine eigene Arbeiten bewegen, in dem weiten Reiche der organischen Formenlehre oder Morphologie, tritt hier vor Allem eine Hauptfrage mehr und mehr in den Vordergrund „Darwinistischer Forschung“, nämlich die phylogenetische Frage vom „einstämmigen oder vielstämmigen Ursprung“ der Organismen und ihrer Organe.

Es ist höchst erfreulich und bezeichnet nach meiner Meinung mehr als alles Andere den durchschlagenden Erfolg von Darwin's Theorie, daß schon heute jene wichtige phylogenetische Frage in zahlreichen und weitauseinanderliegenden Gebieten morphologischer Forschung thatsächlich gestellt und eifrig discutirt wird. Freilich sind wir noch sehr weit von einer allgemein befriedigenden und anerkannten Lösung derselben entfernt. Aber schon der Umstand, daß eine Anzahl verschiedener Forscher unabhängig von einander sich mit ihr zu beschäftigen begannen und auf verschiedenen Special-Gebieten sie zu lösen bemüht sind, bürgt uns dafür, daß wir uns wiederum eine gute Strecke dem Ziele wissenschaftlicher Wahrheit nähern. Allerdings dürfen wir gerade hier Göthe's goldnes Wort nicht vergessen: „Irrthum verläßt uns nie, doch zieht ein höher Bedürfniß leise den strebenden Geist näher zur Wahrheit hinan!“

Ich selbst habe mich mit der Frage nach dem einstämmigen oder vielstämmigen Ursprung der Organismen unablässig seit jener Zeit beschäftigt, als ich es versuchte, zum ersten Male die Descendenz-Theorie im Gesamtgebiete der biologischen Systematik anzuwenden, und als ich in Folge dessen jene Stammbäume entwarf, die zuerst in der „Generellen Morphologie“ (1866), später (theilweise) in der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte“ (1868) zum

Abdruck kamen. Daß ich diesen Stammbäumen lediglich einen heuristischen Werth beimesse, daß ich damit keine beliebigen Dogmen über die Stammverwandtschaft und den Ursprung der Arten-Gruppen aufstellen, sondern vielmehr bestimmte phylogenetische Fragen formuliren will, das habe ich schon bei so vielen Gelegenheiten hervorgehoben, daß ich hier nicht nochmals darauf zurückzukommen brauche.

Hier beabsichtige ich nun keineswegs jene Stammbäume im Einzelnen zu erörtern. Vielmehr wünschte ich den Lesern des „Kosmos“ eine allgemeine Vorstellung davon zu geben, wie sich jenes phylogenetische Problem zur Zeit im Ganzen darstellt, und welche Annahme bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntniß als die wahrscheinlichste unter den verschiedenen darauf bezüglichen Hypothesen angesehen werden kann. Soweit mir die weitichichtige und nicht mehr zu übersehende Literatur des Darwinismus und Transformismus bekannt geworden ist, enthält dieselbe noch keine solche allgemeine Uebersicht, insbesondere keine allgemeine Erörterung über den Grad der Wahrscheinlichkeit, welcher in jedem besonderen Falle für den einstämmigen (monophyletischen) oder vielstämmigen (polyphyletischen) Ursprung der verglichenen Organisations-Formen besteht. Auch beziehen sich die meisten derartigen Erörterungen auf die besonderen Verwandtschaftsverhältnisse kleinerer Formen-Gruppen, auf welche ich hier nicht eingehen kann. Was die empirischen Grundlagen solcher phylogenetischen Erörterungen, ihre Bedeutung und Verwerthung betrifft, so habe ich meine Ansicht darüber schon früher den Lesern des „Kosmos“ mitgetheilt, im ersten Bande dieser Zeitschrift, in dem Aufsatz über die „Urkunden der Stammesgeschichte“ (S. 25—35). Ich werde nun zunächst

zu zeigen suchen, daß für viele, und namentlich die meisten niedersten und niederen, Formen-Gruppen ein vielstämmiger oder polyphyletischer Ursprung wahrscheinlich ist, so namentlich für die Moneren und die einzelligen Organismen, die die Hauptmasse des Protistenreichs bilden. Dagegen dürfen wir für die meisten — und namentlich für die höheren und höchsten Klassen des Pflanzenreichs und Thierreichs — mit mehr Grund einen einstämmigen oder monophyletischen Ursprung annehmen. Die einzelnen Organe und Organ-Systeme des Pflanzen- und Thierkörpers sind theils vielstämmigen, theils einstämmigen Ursprungs.

1. Vielstämmiger Ursprung der Moneren.

Die dunkelste von allen biologischen Ursprungs-Fragen ist gegenwärtig immer noch diejenige nach dem ersten Ursprunge des Lebens auf unserem Planeten überhaupt. Eine wirklich vernunftgemäße d. h. unser Causalitäts-Bedürfniß befriedigende Lösung bietet nur die Hypothese der *Autogonie*, in dem Sinne, wie ich sie im IV. Capitel der „Generellen Morphologie“ und im XIII. Capitel der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte“ (VI. Aufl. S. 302) erörtert habe. Wir müssen danach annehmen, daß die ältesten Organismen unseres Erdballes, mit denen das Leben auf demselben begann, Moneren waren, jene strukturlosen „Organismen ohne Organe“, deren Naturgeschichte und allgemeine Bedeutung ich den Lesern des „Kosmos“ bereits in zwei früheren Aufsätzen vorgeführt habe.*) Nur solche homogene Moneren, deren ganzer lebendiger Körper

einzig und allein aus einem Stückchen formlosen Plasson, strukturloser, eiweißartiger Bildungsmasse besteht, können die ältesten Stammformen aller anderen Organismen gewesen sein.

Bergegenwärtigen wir uns nun — so weit das überhaupt hypothetisch möglich ist — die eigenthümlichen Bedingungen, unter denen vor vielen Millionen Jahren solche Moneren zum ersten Male durch Autogonie entstanden, so sprechen keinerlei Gründe für die Annahme, daß dieser bedeutungsvolle Ursprungs-Proceß nur einmal stattfand, daß nur an einem Orte und zu einem bestimmten Zeitpunkte einmal ein Moner autogon entstand, welches der gemeinsame Stammvater aller tellurischen Organismen wurde. Vielmehr ist es höchst wahrscheinlich, ja wir dürfen sagen: fast sicher, daß solche Urzeugung-Akte von Moneren sich vielfach wiederholten, daß viele verschiedene Moneren-Arten — nur in der absoluten Einfachheit ihres organlosen Organismus übereinstimmend, in Bezug auf die specielle chemische Zusammensetzung ihres strukturlosen Plasson-Leibes mannigfach verschieden — an vielen Orten und zu vielen Zeiten wiederholt durch Autogonie entstanden. Ja, wahrscheinlich haben sich diese Autogonie-Akte sogar unendlich oft wiederholt und möglicherweise dauern sie ununterbrochen von den ältesten Zeiten bis auf den heutigen Tag fort. Das ist die Ansicht vieler biologischer Autoritäten, die sich mit dieser schwierigen und dunkeln Frage beschäftigt haben. Daß die negativen Resultate der oft wiederholten Experimente über „Urzeugung“ nicht gegen diese Annahme sprechen, glaube ich schon anderweitig, bei gelegentlicher Besprechung dieser Versuche dargethan zu haben. Eine positive Widerlegung jener Annahme ist durch letztere

*) „Bathybius und die Moneren“, Bd. I., S. 293; „das Protistenreich“, Bd. III., S. 10 flgde.

überhaupt nicht möglich.*) Wir müssen also bezüglich des ersten Ursprungs der organischen Welt bei der Hypothese stehen bleiben, daß das tellurische Leben mit der Autogonie von Moneren begann; und mit ganz überwiegender Wahrscheinlichkeit dürfen wir diese Hypothese jetzt dahin erweitern, daß dieselbe nicht einmal, sondern vielmals wiederholt stattfand, daß mithin der Ursprung der Moneren polyphyletisch ist. Zahlreiche, vielleicht unzählige Moneren sind unabhängig von einander durch Autogonie aus unorganischen Verbindungen entstanden; und einzelne oder viele von ihnen sind die ältesten Stammformen aller übrigen Organismen geworden.

2. Vielstämmiger Ursprung der Zellen.

Die organische Zelle, welche wir seit 40 Jahren, seit Schleiden und Schwann ihre bahnbrechende Zellen-Theorie aufstellten, als das wichtigste Form-Element der organischen Welt betrachten, können anfänglich nur aus Moneren entstanden sein. Denn jede organische Zelle, gleichviel ob sie als „Elementar-Organismus“ im Zellenstaate des Thierkörpers oder Pflanzenkörpers lebt, oder ob sie als Einsiedler-Zelle eine bestimmte „Art“ des Protistenreichs darstellt, besteht mindestens aus zwei wesentlichen Bestandtheilen, aus dem äußeren Zellstoff (Protoplasma), und dem inneren Zellkern (Nucleus).**) Die Zelle

*) Vergl. Gener. Morphol. Bd. I. S. 177, Natürl. Schöpfungsgesch. VI. Aufl. S. 393; insbesondere aber den Abschnitt über „die Moneren und die Urzeugung“ in meinen „Studien über Moneren und andere Protisten“ Biolog. Studien, Heft I. S. 177.

***) Vergl. Kosmos, Bd. III, S. 20.

stellt mithin schon eine zweite und höhere Stufe der Plastide (der „Bildnerin“ oder des „Elementar-Organismus“ im weiteren Sinne) dar; die erste und niedere Stufe wird durch die gleichartigen, ganz einfachen Cytoden gebildet, und solche „kernlose“ Plasson-Körper sind eben auch die Moneren. Erst dadurch, daß sich das homogene Plasson, die strukturlose, weiche, eiweißartige Leibsmasse der Cytoden, in zwei verschiedene Substanzen sonderte, erst dadurch, daß dieses Plasson sich in den innern „Nucleus“ und das äußere „Protoplasma“ differencirte, konnte aus der Cytode die wahre organische Zelle entstehen. Es ist daher nicht richtig, wie noch heute vielfach geschieht, für den Anfang des organischen Lebens eine „Urzeugung von Zellen“ anzunehmen. Vielmehr können alle echten d. h. kernhaltigen Zellen, welche nicht selbst von Zellen abstammen, ursprünglich nur aus Cytoden, d. h. aus kernlosen Plastiden entstanden sein.

Auch dieser wichtige Vorgang, — der zweite Akt in dem großen organischen „Schöpfungs-Drama“, — wird aller Wahrscheinlichkeit nach sich unendlich oft wiederholt haben, ebenso wie der erste Akt, die Autogonie der Moneren. Unendlich oft werden aus Moneren — an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten — echte Zellen entstanden sein, indem der homogene Plasson-Leib der Moneren sich in Nucleus und Protoplasma differencirte.**) Bei unbefangener Erwägung aller hierbei in Betracht kommenden Umstände und Bedingungen dürfen wir daher die Hypothese aufstellen, daß die organische Zelle polyphyletischen, nicht monophyletischen Ursprungs ist.

*) Vergl. hierüber die „Plastiden-Theorie“ in meinen „Biologischen Studien“, Heft I.

3. Vielstämmiger Ursprung des Protistenreiches.

Aus gewichtigen Gründen, welche ich bereits früher*) auseinandergesetzt habe, ist die althergebrachte Eintheilung der organischen Welt in zwei große Reiche, Pflanzenreich und Thierreich, nicht länger haltbar. Vielmehr sind wir durch genetische, wie vergleichende, morphologische Erwägungen genöthigt, zwischen diese beiden großen Reiche das neutrale Reich der einfachen Zellige oder Protisten einzuschieben. Während sich der Leib des echten Thieres stets aus zwei vielzelligen Keimblättern aufbaut (Exoderm und Entoderm), während der Leib der echten Pflanze stets mit der Bildung eines vielzelligen Thallus, oder „Prothalliums“, oder einer vielzelligen, letzterem gleichbedeutenden Bildung beginnt, bleiben die neutralen Protisten meistens zeitlebens einzellig; in den weniger zahlreichen Fällen aber, wo auch der Protistenleib vielzellig wird, bringt er es nicht zur Bildung von morphologischen Urorganen, welche den Keimblättern der Thiere oder der Thallus-Formation der Pflanze gleichwerthig sind. Auch pflanzen sich die meisten Protisten blos ungeschlechtlich fort, während bei den echten Thieren und Pflanzen die geschlechtliche Fortpflanzung die Regel ist. Echte Thiere und Pflanzen, als zusammengesetztere Organismen, können aber ursprünglich auch nur aus Protisten hervorgegangen sein.

Diese und ähnliche, bereits früher (a. a. O.) erörterten Erwägungen nöthigen uns, das Protistenreich als eine Gruppe von niederen Organismen zu betrachten, welche aus drei

verschiedenen Haupt-Abtheilungen besteht, nämlich 1) Phytogene Protisten, welche die ältesten Stammformen des Pflanzenreichs umfassen; 2) Zoogene Protisten, welche die ältesten Stammformen des Thierreichs darstellen; und 3) Neutrale Protisten, vollkommen selbstständige Zelllinge, welche weder mit dem Thierreich noch mit dem Pflanzenreich irgend eine Stammverwandtschaft besitzen, vielmehr ganz unabhängig von beiden sich historisch entwickelt haben. Zu diesen letzteren gehört nach meiner persönlichen Auffassung die große Mehrzahl aller Protisten, die formenreichen Klassen der Rhizopoden (Thalamophoren, Heliozoen, Radiolarien), der Infusorien (Flagellaten, Ciliaten, Acineten), der Myxomyceten, Pilze u. s. w.

Was diese einzelnen Klassen der Protisten selbst betrifft, so dürften sie ebenfalls größtentheils polyphyletisch sein. Denn die sogenannten „Verwandtschafts-Beziehungen“, welche zwischen den verschiedenen, oft sehr zahlreichen Arten einer Protisten-Klasse bestehen, sind keineswegs mit Nothwendigkeit im monophyletischen Sinne als Folgen wahrer Stammverwandtschaft zu deuten, wie es bei den höheren Klassen des Thierreichs und Pflanzenreichs der Fall ist. Vielmehr ist es sehr leicht möglich, und in vielen Fällen sehr wahrscheinlich, daß zwei sehr ähnliche Protisten einer Klasse unabhängig von einander entstanden sind, daß zwei Zellen verschiedenen Ursprungs durch Anpassung an ähnliche Existenz-Bedingungen ähnliche Formen angenommen haben. Nur bei solchen höher entwickelten Protisten-Klassen, bei denen sich gewisse charakteristische oder „typische“ Organisations-Verhältnisse entwickelt haben — wie namentlich bei der Klasse der Radiolarien, der Ciliaten, der Acineten — läßt sich der

*) Im VII. Capitel der Gener. Morphol., im 16. Vortrage der Natürl. Schöpfungsgesch. und im Aufsätze über das Protistenreich, Kosmos, Bd. III, S. 14.

verwandtschaftliche Zusammenhang der ähnlichen Formen mehr einheitlich, monophyletisch deuten.

4. Einstämmiger Ursprung der meisten Pflanzenklassen.

Im Pflanzenreich wie im Thierreich läßt sich die Ursprungsfrage zunächst am leichtesten und ergiebigsten behandeln, wenn wir nicht von den ältesten und niedersten Formen-Gruppen ausgehen, sondern vorerst die Verwandtschafts-Verhältnisse der jüngeren, höheren und vollkommeneren Klassen betrachten. Denn ebenso bei den Pflanzenklassen wie bei den Thierklassen treten die wahren Beziehungen der Blutsverwandtschaft um so deutlicher und klarer uns vor Augen, je höher die betreffenden Organismen differencirt sind, je mehr ihr Leib aus zahlreichen und verschiedenartigen Organen in charakteristischer oder „typischer“ Weise zusammengesetzt ist. Sowohl die Schöpfungs-Urkunden der Keimesgeschichte (Ontogenie), als diejenigen der Versteinerungslehre (Palaeontologie), ganz besonders aber diejenigen der vergleichende Anatomie (Morphologie) haben bei den höheren und zusammengesetzteren Formengruppen ungleich mehr Anspruch auf phylogenetische Bedeutung, als es bei den niederen und einfacheren Klassen im Allgemeinen der Fall ist.

Was nun zunächst das Pflanzenreich betrifft, so kann man in demselben nach dem heutigem Zustande unserer Kenntniß ungefähr 15—20 verschiedene Gruppen vom Werthe sogenannter Klassen unterscheiden*). Diese werden in drei große Hauptgruppen

*) Vergl. die systematische Uebersicht und den monophyletischen Stammbaum des Pflanzenreichs im 17. Vortrage meiner „Natürlichen Schöpfungsgesch.“ S. 404, 405.

oder „Unterreiche“ zusammengefaßt, von denen die Thalluspflanzen (Thallophyta) die niederste, die Prothallus-Pflanzen oder „Gefäßkryptogamen“ (Prothallota) eine mittlere, und endlich die Blumenpflanzen (Phanerogamae) die höchste Stufe der Ausbildung und Vollkommenheit einnehmen. Im Gegensatze zu den letzteren werden die beiden ersteren auch als Blumenlose oder Kryptogamen zusammengefaßt. Das phylogenetische Verhältniß dieser drei Unterreiche ist nun ohne allen Zweifel so aufzufassen, daß die Blüthenpflanzen (erst in der Steinkohlenzeit auftretend) von den Prothalloten abstammen, wie diese (zuerst in der Devonzeit erscheinend) von den Thalluspflanzen. Das ergibt sich aus den Zeugnissen der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie mit voller Sicherheit. Während des ungeheuer langen primordialen oder archozoischen Zeitalters, während die laurentischen, cambrischen und silurischen Schichten abgelagert wurden, existirten weder Blüthenpflanzen noch Prothalloten (Farne und Moose); vielmehr war das Pflanzenreich ausschließlich durch Thalluspflanzen, und zwar durch wasserbewohnende Algen, repräsentirt. Erst in der Devon-Periode, in Beginne des paläozoischen Zeitalters, entwickelten sich Moose und Farne, Gefäßkryptogamen; und erst in den Steinkohlenflözen, in den Ablagerungen der darauf folgenden carbonischen Zeit, finden wir die ersten versteinerten Reste von Blüthenpflanzen oder Phanerogamen. Auch diese sind lange Zeit nur durch die niederen Gymnospermen (Palmfarne, Nadelhölzer und Meningos) vertreten; erst später, in der Triasperiode, im Beginn des mesozoischen Zeitalters, erscheint die höchstorganisirte Pflanzenklasse, die formenreiche Gruppe der Angiospermen (Monocotylen und Dicotylen).

Fragen wir nun aber nach dem Ursprung der einzelnen Klassen und beginnen wir dabei aus dem oben angeführten Grunde mit den vollkommensten Blüthenpflanzen, den Angiospermen (Decksamigen oder Metaspermen), so ergiebt sich zunächst für die höchste und formenreichste Haupt-Klasse mit großer Wahrscheinlichkeit ein einstämmiger oder monophyletischer Ursprung. Es besteht die Hauptklasse der Angiospermen aus zwei verschiedenen Gruppen, denen man auch den taxonomischen Werth von „Klassen“ zuerkennen kann: Zweikeimblättrige oder Dicotylen, und Einkeimblättrige oder Monocotylen. Die Klasse der Dicotylen (oder „Dicotyledonen“), zu welcher die große Mehrzahl aller Blüthenpflanzen gehört, zeigt, trotz der außerordentlichen Mannigfaltigkeit der hierher gehörigen großen und zahlreichen Pflanzen-Familien, dennoch so viel Uebereinstimmung im wesentlichen Bau der Blüthe und Frucht, namentlich aber in der Keimesgeschichte, daß wir sie ohne Widerspruch von einer einzigen gemeinsamen Stammform ableiten, ihr also einen monophyletischen Ursprung zuschreiben dürfen. Dasselbe gilt von der anderen Angiospermen-Klasse, den Monocotylen (oder „Monocotyledonen“). Aber auch Monocotylen und Dicotylen, unter sich verglichen, erscheinen so nahe verwandt, daß wir für Beide ohne Bedenken einen gemeinsamen Ursprung annehmen und sie monophyletisch von einer einzigen gemeinsamen Stammform ableiten können.

Ebenso wie für die gesammten Angiospermen (oder Metaspermen), läßt sich auch für sämtliche Gymnospermen oder Metaspermen ein gemeinsamer Ursprung mit größter Wahrscheinlichkeit annehmen. Denn die drei Klassen, welche man gegenwärtig in der Hauptklasse der Gymnospermen unter-

scheidet: Meninges (Gnetaceae), Nadelhölzer (Coniferae) und Farnpalmen (Cycadeae), sind unter sich ganz nahe verwandt, und wie für jede einzelne derselben, so läßt sich auch für alle drei zusammen eine gemeinsame Stammform (eine „Urpflanze“ in Goethe's Sinn) hypothetisch ziemlich leicht construiren.

Schwieriger zu beantworten ist die Frage nach dem einstämmigen Ursprung sämtlicher Blüthen-Pflanzen. Sind alle Phanerogamen aus einer einzigen Farn-Gruppe hervorgegangen, oder sind Angiospermen und Gymnospermen zwei selbstständige, von einander unabhängige Hauptklassen, die aus zwei verschiedenen Farn-Gruppen ihren Ursprung genommen haben? Gewichtige Gründe, theils der vergleichenden Anatomie, theils der vergleichenden Ontogenie entnommen, lassen sich für jede von diesen beiden Ansichten anführen. Nach der ersten Ansicht muß man annehmen, daß die ältesten Phanerogamen Gymnospermen waren, aus einer einzigen Farn-Gruppe hervorgegangen, und daß erst später aus einer Gruppe der Gymnospermen die Angiospermen entstanden sind. Es scheint aber neuerdings die Zahl und das Gewicht der Gründe zu wachsen, die für die entgegengesetzte Annahme sprechen. Nach dieser zweiten, polyphyletischen Ansicht muß man sich vorstellen, daß der Stammbaum der Blumenpflanzen zweistämmig oder diphyletisch ist, und daß die Angiospermen, unabhängig von den Gymnospermen, von einer anderen Farn-Gruppe abstammen.

Für das Unterreich der Prothalloten, der „Gefäßkryptogamen“ oder Prothallus-Pflanzen, scheint zur Zeit die monophyletische Stamm-Hypothese am meisten Aussicht auf Wahrheit zu besitzen. Die beiden Hauptklassen der Prothalloten, die Moose

(Muscinae) und die Farne (Filicinae), hängen insofern unzweifelhaft zusammen, als die Farne nicht direkt aus den Thallophyten (Algen) hervorgegangen sein können, sondern jedenfalls eine Muscinen-Stufe in ihrer historischen Entwicklung durchlaufen haben müssen; das beweist deutlich ihr mosähnlicher Vorkeim (Prothallium). Unter den Farnen werden jetzt gewöhnlich fünf Klassen unterschieden: Laubfarne (Pterideae), Schaftfarne (Calamariae), Wasserfarne (Rhizocarpeae), Zungenfarne (Ophioglosseae) und Schuppenfarne (Selagineae). Die Angehörigen jeder dieser fünf Klassen sind unter sich trotz ihrer großen Formen-Mannigfaltigkeit so nahe verwandt, daß ihr einstämmiger Ursprung keinem Bedenken unterliegt. Aber auch die fünf Klassen unter sich hängen wieder so innig zusammen, daß sich für die gesammte Hauptklasse der Farne eine gemeinsame Abstammung von einer niederen Moos-Stammform annehmen läßt.

Auf der anderen Seite sprechen freilich auch Gründe für die polyphyletische Hypothese, daß die Farnform mehrmals aus der Moosform hervorgegangen ist, daß z. B. die Calamarien, die Pterideen und die Selagineen sich aus drei verschiedenen Muscinen-Gruppen entwickelt haben.

Die beiden Klassen, welche in der Hauptklasse der Moose (Muscinae) allgemein unterschieden werden, Laubmoose (Frondosae) und Lebermoose (Hepaticae), verhalten sich zu einander so, daß die ersteren die jüngere, höhere und vollkommnere, die letzteren die ältere, niedere und unvollkommnere Formengruppe darstellen. Höchst wahrscheinlich bildet ein Theil der Lebermoose die Stammgruppe aller Moose, aus denen sich später einerseits die Laubmoose, andererseits die Farne entwickelt haben.

Die Laubmoose, unter sich betrachtet, erscheinen sehr nahe verwandt; doch ist es immerhin möglich, daß die verschiedenen Hauptgruppen der Laubmoose unabhängig von einander aus mehreren verschiedenen Stammformen von Lebermoosen entstanden sind. Ebenso ist es sehr möglich, wenn nicht wahrscheinlich, daß die Klasse der Lebermoose vielstämmigen Ursprungs ist, d. h. daß die Lebermoose mehrmals und aus verschiedenen Stammformen von Algen entstanden sind.

Während so — abgesehen von den zuletzt genannten niedersten Klassen — die meisten Klassen der Prothalloten wie der Phanerogamen höchstwahrscheinlich monophyletischen Ursprungs sind, müssen wir dagegen für die meisten Pflanzenklassen des dritten Unterreichs, der Thalluspflanzen (Thallophyta) mit höherer Wahrscheinlichkeit eine polyphyletische Descendenz annehmen. Man unterscheidet in diesem Unterreiche meistens zwei Hauptklassen, die Fadenpflanzen (Inophyta) und die Lauge (Algae). Die bei weitem wichtigere von Beiden ist die Hauptklasse der Algen, aus welcher nicht nur die Fadenpflanzen, sondern auch sämtliche Prothalloten, indirekt mithin auch die Blütenpflanzen, abzuleiten sind. Die wasserbewohnenden Algen sind daher die Stammgruppe des Pflanzenreichs, welche dasselbe lange Zeiträume hindurch allein vertreten hat.

Die Hauptklasse der Fadenpflanzen (Inophyta), welche aus den beiden Klassen der Flechten und Pilze besteht, ist phylogenetisch vom höchsten Interesse und liefert schlagende Beweise für die Wahrheit des Transformismus, Beweise die in ihrer Art ganz einzig sind. Die Flechten (Lichenes) sind nichts weiter als eine Algen-Klasse, welche durch parasitische Pilze in

eigenthümlicher Weise umgebildet worden ist. Der schmarozende Pilz und seine Wirthspflanze, die Alge, sind so innig mit einander verwachsen und haben sich gegenseitig so mächtig beeinflusst, daß daraus ein neues Doppelwesen, die charakteristische Vegetationsform der Flechte entstanden ist. Und was das Merkwürdigste ist, diese Schmarozerpilze sind, gleich allen anderen Pilzen, eigentlich gar keine echten Pflanzen. Denn allen Pilzen (Fungi) fehlt der wichtigste Bestandtheil der organischen Zelle, der in keiner echten Pflanzenzelle und Thierzelle — in erster Jugend wenigstens — fehlt: der Zellkern; die eigenthümlichen fadenförmigen Schläuche, aus denen sich der Körper aller Pilze aufbaut, die sogenannten „Hyphen“, sind kernlose Cytoden, keine echten, kernhaltigen Zellen. Wir müssen daher die Pilze eigentlich als eine besondere Klasse von neutralen Protisten, nicht von echten Pflanzen betrachten, um so mehr als die ganze Ernährung und der Stoffwechsel der Pilze sie eher in das Thier- als in das Pflanzenreich verweisen.*) Gleich vielen anderen Protisten-Klassen sind die Pilze wahrscheinlich polyphyletischen Ursprungs.

Ebenso vielstämmigen Ursprung haben wahrscheinlich auch die meisten Algen-Klassen. Die Zahl der Klassen oder größeren Formengruppen, die man in der Hauptklasse der Algen unterscheidet, wird von den verschiedenen Botanikern sehr verschieden aufgefaßt, eben so wie ihr Verwandtschafts-Verhältniß. Solche charakteristische und typische Klassen, wie die Characeen, Fucoideen, Florideen sind vielleicht monophyletisch, während die anderen, namentlich die niedersten Algen-Klassen mit mehr Grund als polyphyletisch zu betrachten sind. Wahrscheinlich sind viele Algen-Gruppen ursprünglich un-

abhängig von einander, aus vielen verschiedenen phytogenen Moneren-Gruppen entstanden, und aus verschiedenen einzelligen Stammformen sind im Laufe langer Zeiträume theils parallele, theils convergente, theils divergente Algen-Gruppen hervorgegangen. Man kann daher für das Pflanzenreich als Ganzes einen polyphyletischen Ursprung annehmen, während für die meisten einzelnen Pflanzen-Klassen, und namentlich alle höheren, eine monophyletische Abstammung das Wahrscheinlichste ist.

5. Einstämmiger Ursprung der meisten Thierklassen.

Verglichen mit den entsprechenden Verhältnissen im Pflanzenreiche erscheinen die Beziehungen der Stammverwandtschaft zwischen nahestehenden Klassen im Thierreiche ungleich verwickelter und mannigfaltiger. Das ist unmittelbar durch die viel größere Mannigfaltigkeit und Vollkommenheit der Organbildung bedingt, welche den höheren Thier-Organismus im Gegensatz zum höheren Pflanzen-Organismus auszeichnet. Den 15—20 Klassen des Pflanzenreichs stehen 40—50 Klassen des Thierreichs gegenüber: und diese letzteren zeigen unter sich größere Verschiedenheiten als jene ersteren. Aber gerade diese höhere Differenzirung und Vervollkommnung des Thier-Körpers gestattet auch auf der anderen Seite eine um so eingehendere Vergleichung und Gruppierung der formverwandten Thiergruppen, und erlaubt um so sicherer Schlüsse auf ihren stammverwandtschaftlichen Zusammenhang.

Vom Standpunkte der vergleichenden Morphologie, als einheitliches Ganzes betrachtet, zerfällt das Thierreich ähnlich dem Pflanzenreich in drei große Hauptgruppen,

*) Vergl. Kosmos, Bd. III. S. 14 flgde.

Vielstämmiger Ursprung der drei organischen Reiche.

	Pflanzenreich	Tierreich	
Höhere (typische) Pflanzen Antophyta	Dicotylen Monocotylen Angiospermae Gymnospermae Blumenpflanzen Phanerogamae	Wirbeltiere Vertebrata Höhere (typische) Tiere Typozoa	
Mittlere (connectente) Pflanzen Gefäß-Cryptogamen Prothallota	Farne Filicinae Moose Muscinae	Wirbellose Arthropoda Echinoderma Typische Tierstämme Hohlwürmer Coelomati Dichtwürmer Acoelomi	Mittlere (connectente) Tiere Würmer, Helminthes
Niedere (atypische) Pflanzen Thalluspflanzen Thallophyta	Tange Algae Stechen Lichenes Pilze Fungi Algen	Schwämme Spongiae Hydnus Hydra Zoophyten	Niedere (atypische) Tiere Pflanzentiere Zoophyta
Urpflanze	Thallus	Gastrula	Urtier
Vorstufe des Pflanzenreichs	Phytogene Protisten (sogenannte „einzellige Pflanzen“)	Zoogene Protisten (sogenannte „einzellige Tiere“)	Vorstufe des Tierreichs
	Neutrales Protistenreich Moneren		

von denen die Pflanzenthier (Zoo-phyta) die niederste, die Wurmthiere (Helminthes) eine mittlere, und endlich die Typenthier (Typozoa) die höchste Stufe der Ausbildung und Vollkommenheit erreichen. Und gleichwie die drei pflanzlichen Unterreiche auch phylogenetisch drei verschiedenen Stufen des Staumbaums entsprechen, so gilt dasselbe von den drei thierischen Unterreichen. Geschichtlich wie morphologisch sind die Typenthier aus den Wurmthieren, und diese letzteren aus den Pflanzenthieren abzuleiten. Während aber die sämtlichen Phanerogamen nur eine einzige einheitliche oder typische Hauptform charakteristischer Organisation repräsentiren, oder höchstens in die beiden Typen der Angiospermen und Gymnospermen zu trennen sind, müssen wir unter den Typozoen mindestens vier grundverschiedene Typen oder Charakterformen der Organisation unterscheiden: Die Wirbelthiere (Vertebrata), die Gliedertiere (Arthropoda), die Sternthiere (Echinoderma) und die Weichthiere (Mollusca). Jede von diesen vier typischen Thiergruppen oder „Thier-Typen“ repräsentirt eine geschlossene Einheit, die unabhängig von den drei anderen ist und selbstständig ihren Ursprung aus einer verschiedenen Gruppe von Wurmthieren genommen hat.

Jeder der vier Thier-Typen umfaßt eine Anzahl von verschiedenen Klassen höherer und niederer Formengruppen. Da nun von diesen fast jede einzelne Klasse eine Anzahl von Thierformen umschließt, die trotz großer äußerer Formen-Mannigfaltigkeit doch im inneren Bau und der Entwicklung wesentlich übereinstimmen, so ist fast für jede einzelne derselben ein monophyletischer Ursprung, eine Ableitung von einer einzigen gemeinsamen Stammform beinahe mit Sicherheit anzunehmen. Ebenso

sind aber auch die einzelnen Klassen jedes Typus unter sich wieder so nahe verwandt, daß eine nahe Stammverwandtschaft derselben unter einander, ein einstämmiger Ursprung für jeden Typus entweder ganz sicher oder doch höchst wahrscheinlich ist. Jeder „Typus“ erscheint daher, phylogenetisch betrachtet, als ein Stamm (Phylum). Immerhin gestalten sich die Verhältnisse des Zusammenhanges in den einzelnen Typen ziemlich verschieden, so daß wir einen flüchtigen Blick auf jeden einzelnen werfen müssen.*)

Der wichtigste und interessanteste unter allen Thierstämmen ist unstreitig derjenige der Wirbelthiere (Vertebrata), schon aus dem einfachen Grunde, weil der Mensch selbst diesem Stamm entsprossen ist. Gerade hier aber tritt uns die monophyletische Descendenz mit überzeugender Klarheit und Deutlichkeit entgegen. Die völlige Uebereinstimmung aller Wirbelthiere in den wesentlichsten Lagerungs- und Bildungsverhältnissen der inneren Theile, trotz der größten Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit der äußeren Form, gestattet nicht an einen polyphyletischen Ursprung der Vertebraten zu denken. Vielmehr müssen wir annehmen, daß sämtliche Wirbelthiere ohne Ausnahme, vom Amphioxus bis zum Menschen hinauf, von einer einzigen gemeinsamen Stammgruppe entsprungen sind, hervorgegangen aus derselben ausgestorbenen Würmer-Gruppe, von welcher auch die Mantelthiere (Tunicata) abstammen. Außerdem liegen auch gerade die Beziehungen der Blutsverwandtschaft innerhalb aller monophyletischen Klassen der Wirbelthiere äußerst klar vor Augen. Sämtliche Säugethiere (mit Inbegriff des Menschen) einerseits,

*) Vergl. den 19. und 20. Vortrag der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte“.

sämmtliche Reptilien und deren Abkömmlinge, die Vögel, andererseits, sind aus der Klasse der Amphibien hervorgegangen, welche durch die Dipneusten unmittelbar mit den Fischen zusammenhängen. Die Fischklasse aber ist aus einer ausgestorbenen Vertebraten-Klasse entsprungen, von deren einstiger Organisation uns die heutigen Rundmäuler oder Cyclostomen eine ungefähre Vorstellung geben; und diese wiederum müssen aus Schädellosen oder Acraniern entsprungen sein, von denen als letztes Ueberbleibsel heute nur noch das höchst wichtige Lanzettthierchen (*Amphioxus*) existirt. Die nahe Verwandtschaft aber, welche zwischen dem *Amphioxus* und einem Zweige der Mantelthiere, den Ascidien, besteht, weist auf den einstämmigen Ursprung Beider aus einer und derselben Würmergruppe hin.

Weniger unzweifelhaft als für alle Wirbelthiere, ist ein monophyletischer Ursprung für alle Gliedertiere (*Arthropoda*) nachzuweisen. Es besteht dieser Thiertypus aus zwei Hauptgruppen, die zwar in erwachsenem Zustande nächstverwandt, durch ihre Keimesgeschichte aber sehr verschieden erscheinen. Diese beiden Hauptgruppen sind 1) die Luftröhrenthiere (*Tracheata*): Insekten, Spinnen und Tausendfüßer; und 2) die Krebsthiere (*Crustacea*).

Alle Tracheaten, alle Insekten, Spinnen und Myriapoden sind unzweifelhaft Abkömmlinge einer einzigen Stammform; ebenso auf der anderen Seite alle Crustaceen. Aber je mehr wir neuerdings mit der Entwicklungsgeschichte Beider bekannt geworden sind, desto mehr häufen sich Gründe für die Annahme, daß die Stammgruppe der Tracheaten einem anderen (wenn auch nahe verwandten) Zweige des Würmer-Stammbaums angehört, als die Stammgruppe der Crustaceen. Beide

verhalten sich ähnlich wie Angiospermen und Gymnospermen. Entweder sind die ersteren aus den letzteren entstanden, oder, — was immer wahrscheinlicher wird, — beide sind getrennten Stammes, und das Phylum der Gliedertiere ist seinem Ursprung nach *zweistämmig*, diphyletisch.

Ganz sicher erscheint wiederum ein einheitlicher Ursprung für alle Sternthiere (*Echinoderma*). Denn die ganz eigenthümliche und merkwürdige Einrichtung ihres Körperbaues kann in dieser bestimmten Zusammensetzung nur einmal entstanden sein. Wie bei den Wirbelthieren, so können auch bei den Sternthieren nur einmal im Laufe der Erdgeschichte alle die Bedingungen zusammengetroffen sein, welche die charakteristische Zusammensetzung des „Typus“ durch Anpassung ermöglichten. Nach der von mir aufgestellten Hypothese sind die ursprünglichen Stammformen dieses Typus die Seesterne. Aus diesen haben sich nach der einen Richtung hin die Seeilien, nach der anderen Richtung hin die Seeigel entwickelt, und aus letzteren sind später die Seegurken hervorgegangen. Die Seesterne aber, die Stammformen aller Echinodermen sind ursprünglich als Würmerstöcke aufzufassen, zusammengesetzt aus fünf (oder mehr) gegliederten Würmern. Dafür spricht auf das Deutlichste ihre Keimesgeschichte.

Für die Weichtiere (*Mollusca*) ist neuerdings die Hypothese eines zweistämmigen Ursprungs aufgestellt worden; die eine Hälfte der Schnecken und die Muscheln sollen aus einer anderen Gruppe von Würmern abzuleiten sein, als die andere Hälfte der Schnecken und die Tintenfische. Indessen erscheint diese, auf die vergleichende Anatomie des Nervensystems basirte Hypothese bei genauerer Prüfung nicht stichhaltig. Vielmehr erscheint es, — ganz besonders

bei kritischer Vergleichung der Keimesgeschichte — als das Wahrscheinlichste, daß auch die Klasse der Schnecken einstämmigen Ursprungs ist, aus einer Gruppe der Würmer entsprungen. Die Muscheln scheinen aus einer Gruppe der Schnecken durch Rückbildung, die Tintenfische aus einer anderen Gruppe der Schnecken durch Fortbildung entstanden zu sein.

Während wir so nicht allein für alle (oder doch fast alle) Klassen der höheren typischen Thierstämme, sondern auch für jeden einzelnen dieser Stämme selbst einen einstämmigen — höchstens für die Gliederthiere und Weichthiere einen zweistämmigen — Ursprung annehmen dürfen, gestaltet sich die Ursprungsfrage für die mannigfaltigen und zahlreichen Klassen der Würmer viel schwieriger und dunkler. Die Würmer oder Wurmtiere (Helminthes) gleichen darin den Prothalloten oder Gefäßkryptogamen, daß sie eine verbindende oder connectente Stellung zwischen den höchsten und niedersten Formengruppen einnehmen. Als gesichert dürfen wir hier vorläufig nur zwei wichtige Annahmen betrachten, nämlich 1) die Hypothese, daß die 4—6 Stammformen der vier höheren, typischen Thierstämme aus verschiedenen Gruppen des Würmerstammes entstanden sind; und 2) die Hypothese, daß der Würmerstamm selbst, — sei es einstämmig, sei es vielstämmig — aus einer Gruppe von Pflanzenthieren oder Zoophyten entsprungen ist, aus den Urdarmthieren oder Gastraeaden. Ob aber dieser letztere Ursprung einmal oder mehrmals, an einer oder an mehreren verschiedenen Stellen stattgefunden hat, läßt sich zur Zeit nicht sicher entscheiden. Es scheint fast, daß hier ein polyphyletischer Ursprung (aus mehreren verschiedenen Wurzeln) wahrscheinlicher ist, als ein monophyletischer Ursprung (aus

einer einzigen Wurzel). Ebenso scheint auch ein Theil der Klassen, die wir heute in dem Würmerstamme unterscheiden, eine vielstämmige Descendenz zu besitzen, während der andere (und größere) Theil wohl einstämmig entsprungen ist.

Nicht weniger schwierig als die Descendenz der Würmerklassen ist zur Zeit auch die Abstammung der Pflanzenthiere (Zoophyta oder Coelenterata) zu beurtheilen. Es besteht dieses Unterreich aus zwei Hauptgruppen, den Nesselthieren und Schwammthieren. Die Nesselthiere (Acalephae) können insofern als aus einer Wurzel hervorgegangen gedacht werden, als für die meisten Klassen derselben eine ähnliche Keimform besteht, die dem heutigen Süßwasser-Polypen (Hydra) verwandt ist. Aber die einzelnen Klassen der Acalephen brauchen deshalb nicht monophyletisch zu sein. Vielmehr ist es sehr wahrscheinlich, daß die Medusen polyphyletisch aus zwei (oder mehreren) Gruppen von Hydra-Polypen entstanden sind. Ebenso scheinen die Siphonophoren polyphyletisch aus mehreren verschiedenen Gruppen von Medusen hervorgegangen zu sein. Dagegen dürften die beiden Klassen der Stenophoren und Korallen eher monophyletischen Ursprungs sein.

Die Schwämme (Spongiae) lassen sich morphologisch ebenfalls auf eine einzige gemeinsame Urform zurückführen, auf den Dlynthus; einen einfachen schlauchförmigen Körper, der (gleich der Hydra) der Stammform aller Thiere, der Gasträa, sehr nahe steht; er unterscheidet sich wesentlich von letzterer nur durch den Besitz der den Schwämmen eigenthümlichen Hautporen. Vorläufig hindert uns Nichts, aus dieser morphologischen Einheit auch auf einen monophyletischen Ursprung zu schließen, wo-

durch jedoch der entgegengesetzte polyphyletische keineswegs bestimmt ausgeschlossen ist. Denn bei diesen niedersten Formen der Pflanzenthier, ebenso wie bei den niedersten Formen der Würmer stehen wir vor so einfachen und indifferenten Bildungen, daß für dieselben ein vielstämmiger Ursprung im Allgemeinen ebenso möglich erscheint, als ein einstämmiger.

Die bedeutungsvolle Urform des Thierreichs, auf welche wir hier stoßen, und aus welcher wir alle echten Thiere phylogenetisch ableiten können, ist die *Gastrula* oder der zweiblättrige Becherkeim, jene höchst interessante und wichtige Keimform, deren Bedeutung als Grenzmarke zwischen Thierreich und Protistenreich wir schon früher hervorgehoben haben.*) Nothwendig muß diese typische Stammform des Thierreiches aus dem Protistenreiche hervorgegangen sein, und die Art und Weise, in welcher sich bei den Thieren noch heutzutage der zweiblättrige Keim aus der einfachen Eizelle entwickelt, zeigt uns nach dem biogenetischen Grundgesetz unzweifelhaft den Weg an, auf welchem dereinst, vor vielen Millionen Jahren, die ersten wahren Thiere, die Gasträden (mit Magen, Mund und zweischichtiger Leibeshöhle), aus darmlosen Protisten hervorgingen. Erwägt man aber die Umstände und Bedingungen, unter denen diese Gasträden-Bildung erfolgte, so wird es sehr wahrscheinlich, daß dieselbe nicht nur einmal und an einem Orte, sondern wiederholt und an verschiedenen Orten vor sich ging. Die Klasse der Gasträden, als gemeinsame Stammgruppe des Thierreiches, ist wahrscheinlich vielstämmigen Ursprungs, wie auch die zunächst aus ihnen hervorgegangenen Klassen der niederen Pflanzenthier und niederen Würmer — zum Theil wenigstens — po-

*) Vergl. Kosmos, Bd. III. S. 224.

lyphyletisch sind. Man kann daher, wie für das Pflanzenreich, so auch für das Thierreich als Ganzes einen polyphyletischen Ursprung annehmen, während die meisten einzelnen Thierklassen, und namentlich alle höheren, mit viel mehr Wahrscheinlichkeit monophyletisch sind.

6. Vielstämmiger Ursprung asemischer Organe.

Wie über den einstämmigen oder vielstämmigen Ursprung ganzer Formengruppen, die wir als sogenannte „Klassen“ im Thierreich, Pflanzenreich und Protistenreich unterscheiden, so können wir auch über den monophyletischen oder polyphyletischen Ursprung der Organe oder „Lebenswerkzeuge“ im einzelnen Organismus uns schon jetzt mehr oder minder sichere phylogenetische Hypothesen bilden. Zum Theil hängen ja beide Probleme innig zusammen. Zum Theil aber läßt sich auch der „Ursprung der Organe“ noch sicherer als derjenige der einzelnen Klassen historisch verfolgen.

Wie wir gesehen haben, daß in allen drei Reichen der organischen Welt für die niederen, indifferenten Formengruppen die polyphyletische, hingegen für die höheren, typischen Formengruppen die monophyletische Descendenzhypothese mehr innere Wahrscheinlichkeit besitzt, so gilt dasselbe auch für die Organe der Organismen. Ich unterscheide daher als zwei Hauptgruppen von Organen im Allgemeinen asemische und semantische Organe. Semantische oder typische (d. h. charakteristische oder bezeichnende) Organe nenne ich solche, die einem einzelnen Phylum oder einer einzelnen monophyletischen Klasse eines Phylum eigenthümlich sind, und außerdem nicht vor-

kommen, die also nur einmal entstanden sind und innerhalb dieses einen Stammes durch Vererbung von der Stammform auf die Abkömmlinge übertragen worden sind. Asemische oder atypische Organe hingegen nenne ich solche, bei denen dies nicht der Fall ist, die zweimal oder mehreremal durch analoge Anpassung entstanden sind und daher auch in zwei oder mehreren Stämmen oder in mehreren Gruppen einer polyphyletischen Klasse vorkommen können.

Solche asemische Organe oder atypische Einrichtungen sind z. B. die beiderlei Geschlechtsorgane. Unzweifelhaft hat sich der Gegensatz der beiden Geschlechter, die Differenzirung männlicher und weiblicher Theile, nicht einmal, sondern vielmal im Laufe der organischen Erdgeschichte ausgebildet. Ei und Sperma, weibliche Fortpflanzungszelle und männlicher Samen sind mehrmal entstanden, und in mehreren verschiedenen Klassen hat sich zu verschiedenen Zeiten die Form der geschlechtlichen Fortpflanzung selbstständig aus der ursprünglichen ungeschlechtlichen entwickelt. Ebenso ist auch nicht daran zu zweifeln, daß sogar die Vertheilung der beiderlei Geschlechtsorgane auf ein oder zwei Individuen asemisch ist. Sowohl die Geschlechtstrennung (Gonochorismus), als die Zwitterbildung (Hermaphroditismus) sind polyphyletisch. Bald scheint die erstere, bald die letztere der primäre Zustand, und der entgegengesetzte hat sich — mehrmals und in verschiedenen Gruppen unabhängig von einander — secundär daraus entwickelt.

Unzweifelhafte asemische Organe sind ferner die Sinneswerkzeuge der Thiere, namentlich Augen und Ohren. Bei verschiedenen Gruppen der Medusen und der Würmer z. B. sind so-

wohl Gesichtswerkzeuge als Gehörwerkzeuge unabhängig von einander entstanden. Ja selbst innerhalb einer monophyletischen Klasse, z. B. der Insekten, der Krebse, haben sich Gehörbläschen mehrmals bei verschiedenen Ordnungen der Klasse unabhängig von einander entwickelt, wie schon allein aus ihrer Lagerung an ganz verschiedenen Körperstellen sich ergibt. Ebenso sind aber auch Nerven und Muskeln polyphyletisch; denn wir können nachweisen, daß sie in verschiedenen Hauptgruppen, z. B. bei den Medusen einerseits, den Würmern andererseits, sich unabhängig von einander aus der ursprünglichen Oberhaut des Körpers entwickelt haben.

Ein asemisches Organ des Thierkörpers ist ferner das Herz, der hohle Muskelschlauch, der das Blut im Kreislauf umherbewegt. Das Herz der Wirbelthiere ist aus einem Bauchgefäß, das Herz der Gliedthiere und Weichthiere aus einem Rückengefäß entstanden; ein drittes, von Beiden unabhängiges Gebilde ist das Herz der Sternthiere oder Echinodermen u. s. w. Unzweifelhaft polyphyletisch und mithin asemisch sind auch die Flügel der fliegenden Thiere. Die Flügel der Fledermäuse, der Vögel, der Pterosaurier und der Insekten sind in diesen vier Thierklassen von ganz verschiedenem Bau, unabhängig von einander auf verschiedene Weise entstanden, tetraphyletisch oder vierstämmigen Ursprungs. Ebenso polyphyletische und asemische Organe sind ferner die Zähne, die Kiemen, die Lungen u. s. w.; in den verschiedenen monophyletischen Gruppen, z. B. bei den Wirbelthieren, Gliedthieren und Weichthieren, sind sie unabhängig von einander entstanden, also vielstämmigen Ursprungs.

7. Einstämmiger Ursprung semantischer Organe.

Wie für die angeführten asemischen oder atypischen Organe sich bald mit absoluter Sicherheit, bald mit hoher Wahrscheinlichkeit ein vielstämmiger Ursprung darthun läßt, so darf man für die semantischen oder typischen Organe im Gegentheil meistens einen einstämmigen Ursprung behaupten. Je eigentümlicher ein bestimmtes Organ in einer Klasse oder einem Stamm ausgebildet ist, je ausschließlicher dasselbe für diese Gruppe charakteristisch ist, desto sicherer dürfen wir annehmen, daß dasselbe nur einmal entstanden und von einer Stammform auf die stammverwandten Abkömmlinge derselben vererbt ist.

Ein solches „typisches“ und monophyletisches Organ ist im Stamm der Wirbelthiere vor Allem die Chorda oder der Axenstrang, und die aus der Chordascheide entstandene Wirbelsäule. Die Säugethiere besitzen ein solches typisches Organ in ihrer Milchdrüse, die Vögel in ihrem Flügel (der gänzlich verschieden von dem Flügel aller anderen fliegenden Thiere ist), die Fische in ihrer Schwimmblase etc. Im Stamme der Tracheaten (der Insekten, Spinnen und Tausendfüße) müssen wir als typische und monophyletische Einrichtung das Tracheen-System betrachten: Die zur Athmung dienenden Luftröhren, die sich im Körper dieser Thiere ausbreiten; ebenso im Stamme der Sternthiere oder Echinodermen die charakteristische Wassergefäßleitung oder das Ambulacral-System, das diesen Stamm vor allen anderen Thieren auszeichnet.

Aber auch solche Organe, die vom allgemeinen vergleichenden Gesichtspunkte aus betrachtet unzweifelhaft polyphyletisch

und asemisch sind, können innerhalb eines Stammes typisch und monophyletisch sein. So ist z. B. die Lunge im Allgemeinen vielstämmigen Ursprungs. Die Lungen der Wirbelthiere, Lungenschnecken, Spinnen und Skorpione sind ganz unabhängig von einander, und auf ganz verschiedene Weise (durch Anpassung an Luftathmung) entstanden. Aber die Lunge der Wirbelthiere, die sich aus der Schwimmblase der Fische entwickelt, ist ein ganz typisches Organ dieses Stammes, und nur einmal entstanden. Dagegen sind die Lungen der verschiedenen Lungenschnecken theils aus der Kiemenhöhle, theils aus der Niere, die Lungen der Lungen-spinnen und Skorpione aus verschiedenen erweiterten Stellen des Luftröhren-Systems unabhängig von einander hervorgegangen. Ebenso ist das Gehörorgan der Thiere im Allgemeinen asemisch und polyphyletisch, im Stamme der Wirbelthiere dagegen semantisch und monophyletisch.

8. Vielstämmiger Ursprung der drei organischen Reiche.

Die kurze Uebersicht, die wir hier über den hypothetischen Ursprung der verschiedenen Formen-Gruppen der organischen Welt gegeben haben, ergiebt als wahrscheinlichstes Resultat, — nach dem heutigen Zustande unserer phylogenetischen Erkenntnisse! — daß die niederen Organismen-Gruppen (oder „Klassen“) vielstämmigen, die höheren hingegen einstämmigen Ursprung besitzen. Wir gelangen also zu ganz demselben Resultat, zu dem auch die heutige vergleichende Sprachforschung gelangt ist. Denn die competentesten Autoritäten der letzteren nehmen heute an, daß die menschliche Sprache als solche polyphyletisch ist, während jede

größere Gruppe (oder Klasse) von höheren Sprachformen monophyletisch ist. So sind also z. B. alle arischen oder indogermanischen Sprachen — alle germanischen und romanischen, slavischen und keltischen, griechischen und indischen Sprachen eines gemeinsamen Ursprungs, aus einer indogermanischen oder arischen Ursprache entstanden. Ebenso sind wahrscheinlich auch alle semitischen, ebenso alle mongolischen Sprachen monophyletischen Ursprungs, einmal aus einer Wurzelsprache hervorgegangen. Dagegen sind solche niedere und unvollkommnere Sprachklassen, wie diejenigen der Negervölker, der amerikanischen Ureinwohner und anderer niederer Menschenrassen, höchst wahrscheinlich polyphyletisch, mehrmals und zu verschiedenen Zeiten, unabhängig von einander entstanden. Der vielverzweigte Stammbaum der menschlichen Sprache selbst ist vielstämmig, jeder seiner höher entwickelten Hauptzweige ist einstämmig. Es ist nicht denkbar, daß so nahe

verwandte und hochentwickelte Sprachen, wie die verschiedenen arischen Sprachen, unabhängig von einander entstanden seien, und aus verschiedenen Wurzelsprachen sich entwickelt haben. Dagegen ist es nicht nur denkbar, sondern sogar höchst wahrscheinlich, daß die menschliche Sprache als solche mehrmals entstanden ist und ihre niedersten Formen-Gruppen sich unabhängig von einander entwickelt haben.

Bei diesen wie bei anderen phylogenetischen Untersuchungen kommt es jetzt zunächst nicht darauf an, gleich vollständig die schwierigen Räthsel der Schöpfung — d. h. der Entwicklung! — zu lösen. Vielmehr wird unser menschlicher Erkenntniß-Trieb, das Causalitäts-Bedürfniß unserer Vernunft, schon dadurch befriedigt sein, daß wir ihm zunächst den richtigen Weg der Forschung, die wahren Probleme der Erkenntniß zeigen. Und diesen wahren Weg der Erkenntniß entdeckt zu haben, bleibt das unsterbliche Verdienst von Charles Darwin.