

Entwicklung und Aufgabe der Morphologie.

Von

Patrick Geddes

in Edinburgh.

Morphologie.

Die Wissenschaft der Morphologie hat sich nur langsam entwickelt, und in ihrem Fortschritt häufige Veränderungen der Richtung sowohl als auch Erweiterung des Gebietes erfahren; anstatt mit einer Definition zu beginnen und sogleich zu einer Auseinandersetzung ihres gegenwärtigen Zustandes zu schreiten, ist es nöthig, einen kurzen historischen Überblick ihrer Entwicklung zu geben. Obgleich dieser wegen des beschränkten Raumes nothwendig unvollständig ist, kann er doch dazu dienen, den gegenwärtigen Zustand dieser Wissenschaft verständlicher zu machen, und die Schätzung ihres Gebietes und ihrer Ziele zu erweitern.

§. 1. Historischer Überblick.

Wenn wir absehen von den schwankenden Ähnlichkeiten, wie solche in den populären Klassifikationen der Pflanzen, nach ihrer Grösse, in Kräuter, Sträucher und Bäume, oder der Landthiere, nach ihrer Lebensweise, in laufende und kriechende Geschöpfe, ausgedrückt sind, beginnt die Geschichte der Morphologie mit Aristoteles, dessen Weite des Begriffes und Tiefe der Einsicht in die Biologie erst in der letzten Hälfte unseres Jahrhunderts recht gewürdigt worden sind. Von allen Naturforschern vor Darwin hat man ihm als Begründer der Physiologie und der Morphologie die vollständigste Vertrautheit mit der Natur beigemessen. Begründer der vergleichenden Anatomie und der Taxonomie, stellte er acht grosse Klassen auf (denen gewisse Unterabtheilungen beige-fügt sind), nämlich: 1) Lebendig gebärende Vierfüssler, 2) Vögel,

3) Eier legende Vierfüssler und Apoda, 4) Fische, 5) Malakia, 6) Malakostraka, 7) Entoma, 8) Ostrakodermata; wobei er die ersten vier Gruppen als Enaima von den vier übrigen oder Anaima unterschied. In diesen zwei Abtheilungen erkennen wir, trotz des übermässigen Gewichtes, welches, besonders aus etymologischen Gründen (*εν-* und *αραιος*, mit und ohne Blut), auf die physiologische Bedeutung ihrer Namen gelegt worden ist, die Vertebrata und Invertebrata Lamareks. Die acht Gruppen sind identisch mit den Säugethieren, Vögeln, Reptilien, Fischen, Cephalopoden, Crustaceen, den übrigen Gliederthieren und Testaceen der heutigen Zoologie. Weit entfernt, Fledermäuse als Vögel, oder Cetaceen als Fische anzusehen (ein Fehler, welcher ihm oft vorgeworfen wird) erkannte er die wahre Verwandtschaft beider, und stellte die Cetaceen als ein specielles *γενος* neben die lebendig gebärenden Vierfüssler, mehr wegen des Mangels der Beine, als nach ihrer Lebensweise im Wasser.

Seine Methode ist nicht nur inductiv, und seine Gruppen natürlich, d. h. gegründet auf die Zusammenfassung bekannter Merkmale, sondern er deutet solche Verallgemeinerungen, wie die der Correlation der Organe, und der Entwicklung aus einer allgemeineren zu einer speciellen Form, an, welche lange nachher von Cuvier und von Baer festgestellt wurden. Bei der Vergleichung, welche er zwischen den Schuppen der Fische und den Federn der Vögel, oder zwischen den Flossen der Fische und den Beinen der Vierfüssler anstellt, ist schon der Begriff der Homologie im Entstehen. Nach den Werken seines Schülers Nicolaos von Damascus, welcher die Blätter als unvollkommen entwickelte Früchte ansah, scheint Aristoteles auch die Idee von der Metamorphose der Pflanzen geahnt zu haben. Kurz, wir finden eine Kenntniss der Struktur und eine ziemliche Freiheit von den durch physiologische Ähnlichkeiten herbeigeführten Irrthümern, eine Freiheit, von welcher seine Nachfolger, wie Theophrastus und Plinius nur geringe Spuren zeigen, und welche die modernen Forscher nur langsam wieder erlangt haben. In der That finden wir wenig Bedeutesendes bis zum dreizehnten Jahrhundert, wo das Erscheinen der Werke des Aristoteles einen neuen Anstoss zum Studium der organischen Natur gab.

Von den Werken dieser Periode ist das von Albertus Magnus das bei weitem wichtigste, doch sind alle nur erneuerte Palimpseste des Aristoteles, welche das Wiedererscheinen wissenschaftlicher Methode und wissenschaftlichen Erfolges unter der rein

theologischen und scholastischen Literatur der Zeit, und das Wiedererwachen des Interesses und der Sympathie für die Natur, welche so lange unter denselben Einflüssen verborgen gehalten worden waren, bezeichnen. Die ungewissen Untersuchungen der Ärzte und Apotheker, der Alchymisten und Hexen häuften inzwischen bedeutende Kenntnisse von Pflanzen an, die nach der Erfindung der Buchdruckerkunst gesammelt und erweitert wurden, sowohl in den beschreibenden und gut illustrierten Werken von Gesner und seinen Nachfolgern Fuchs, Lobel und anderen, als auch durch die Errichtung von botanischen Gärten und wissenschaftlichen Academien. Darauf erschien, wie Sachs es ausdrückt, „im schärfsten Gegensatz zu der naiven Empirie der deutschen Väter der Botanik, ihr Italienischer Zeitgenosse Caesalpin, als Denker der Pflanzenwelt.“ Beide machten systematische Anstrengungen: die Deutschen, indem sie unbestimmt natürliche Affinitäten in blossen Ähnlichkeiten der Beschaffenheit suchten; die Italiener, indem sie mit nicht geringem Erfolg eine verständige Basis der Klassification anstrebten.

Monographien von Pflanzen- und Thiergruppen erschienen häufig, von denen die von Belon über Vögel, und die Rondelets über Fische unter den frühesten sind. In der ersteren derselben (1555) finden wir eine Vergleichung der Skelette der Vögel und Menschen in gleicher Stellung, und so genau als möglich Knochen für Knochen, — eine Idee, welche trotz der gleichzeitigen von Vesalius eingeführten Renaissance der menschlichen Anatomie für Jahrhunderte verschwand und nicht gewürdigt wurde, ausser von dem Chirurg Ambroise Paré. Palissy, wie Leonardo vor ihm, erkannte die wahre Natur der Fossilien, und solche Blitze morphologischer Einsicht leuchteten von Zeit zu Zeit während des siebzehnten Jahrhunderts auf. So erkannte Joachim Jung „den Unterschied zwischen Wurzel und Stengel, zwischen Blättern und blattartigen Sprossen, und den Übergang von gewöhnlichen Blättern zu den folia floris“; und Harvey bahnte die Verallgemeinerungen der modernen Embryologie durch seine Untersuchungen über Entwicklung, und durch seine Theorie der Epigenesis an.

Die Encyclopädische Periode, von der Gesner der wichtigste Vertreter ist, setzte sich fort durch Aldrovandus, Jonston und andere im 17. Jahrhundert; aber mächtig unterstützt von der Baconischen Bewegung, welche damals alle wissenschaftlichen Geister gründlich beeinflusste, entwickelte sie sich schnell zu einer Periode von rein systematischer Richtung. Den bei weitem wich-

tigsten Antheil an diesem Fortschritt nahm John Ray, dessen classificirende Arbeiten sowohl für Pflanzen als Tiere von erstaunlichem Erfolg begleitet waren. Er zuerst verbannte definitiv die fabelhaften Ungeheuer und Wunder, von denen die Encyclopädisten gläubig die Tradition aus den mittelalterlichen Zeiten überliefert hatten; und wie sein Vorgänger Morison klassificirte er in wirklich modernem Geiste nach anatomischen Merkmalen. Besonders bei den Pflanzen unterschied er viele natürliche Gruppen, für welche seine eigenen Ausdrücke zum Theil noch leben, z. B. Dicotyledones und Monocotyledones, Umbelliferae und Leguminosae. Als wahrer Vorläufer Linnés brachte er den Begriff der Species in die Naturgeschichte, der nachher so streng werden sollte, und reformirte die Aufstellung der Definitionen und die Terminologie. Von den vielen Werken, welche auf Rays systematische und monographische Arbeiten folgten, obgleich oft von grosser Bedeutung wie die von Tournefort und Rivinus, Réaumur und Klein, kann doch keine genannt werden, bis wir zu denen ihres grossen Nachfolgers Linné kommen. Seine ausserordentliche Gewalt in logischer Methode und unvergleichlicher Klarheit des Denkens und des Ausdrückens befähigte ihn, alle Werke seiner Vorgänger zu reformiren und zu einem festen und bestimmten „Systema Naturae“ zu reorganisiren. Er, das wirkliche Genie der Ordnung, schuf die moderne Taxonomie, nicht nur durch die Einführung der binomischen Nomenclatur und die Erneuerung der beschreibenden Terminologie und Methode, sondern auch durch die Unterordnung der „Species“, welche von nun an klar definirt ward, unter die auf einander folgenden höheren Kategorien des Genus, der Ordnung und der Klasse, indem er so die analytischen und synthetischen Tendenzen seiner Vorgänger vereinigte. Obgleich die Eintheilung der Pflanzen nach der Zahl ihrer wesentlichen Organe (welche nicht nur das Studium der Botanik, sondern auch die Kenntniss der Flora des Erdballes überaus förderte, und wodurch er populär wurde) höchst künstlich ist, so muss doch daran erinnert werden, dass diese Künstlichkeit in allen Classificationen mehr oder minder zu finden ist, und dass Linné nicht nur ihren vorläufigen Character klar erkannte, sondern auch die schon vorhandenen Grundsteine des natürlichen Systemes sammelte, mit welchen Jussieu bald nachher zu arbeiten begann.

Auch seine Classification der Thiere war meist natürlich, und obgleich er im ganzen unglücklicherweise seine Autorität anwandte, um „jene traurige philosophische und wissenschaftliche

Verwirrung“ aufrecht zu erhalten, welche die letzten Encyclopädisten der Gesnerschen Schule von den Alchymisten geerbt hatten, nämlich den Begriff der drei Naturreiche, so bemerkte er wenigstens eine Zeit lang die wesentliche und fundamentale Einheit der Thiere und Pflanzen, und vereinigte sie im Gegensatz zu der nicht lebenden Welt als „Organisata.“ Einige Kritiken — oft wiederholt und völlig begründet — müssen in Erinnerung gebracht werden, nämlich, dass Linné noch weit mehr ein scholastischer Naturalist als ein moderner Forscher war; dass seine Werke wenig mehr repräsentiren als die völlige Vollendung der alten Epoche, und in den Händen fanatischer Nachfolger oft dazu dienten, den Anfang einer neueren zu verzögern, und dass seine übertriebene systematische und beschreibende Genauigkeit, verbunden mit relativer Nachlässigkeit gegen fundamentale Kennzeichen, eine bis auf unsere Zeit andauernde Tendenz schuf, zufrieden zu bleiben mit blosser Methode und Nomenclatur, anstatt eine vollständige morphologische Kenntniss zu erstreben.

Während das künstliche System auf der Höhe seines Ruhmes und seiner Nützlichkeit stand, ordnete Bernard de Jussieu seinen Garten nach den Principien des fragmentarischen natürlichen Systemes Linnés. Seine Ideen wurden ausgearbeitet von seinem Neffen und Nachfolger Antoine de Jussieu, der zum ersten Mal Diagnosen natürlicher Ordnungen veröffentlichte, wodurch er dem System seinen modernen Character gab. Seine fernere Ausarbeitung und endliche Vollendung verdankt man hauptsächlich den Arbeiten von Pyramus de Candolle und Robert Brown. Der erstere richtete sein eigenes langes Leben und das seines Sohnes auf die Aufstellung eines neuen „Systema naturae“, des colossalen „Prodromus systematis naturalis“ (20 Bände 1818—1873), in welchem 80 000 Species beschrieben und geordnet sind. Browns scharfer Geist setzte ihn in den Stand, solche Complicationen der Struktur zu enthüllen wie die Blüthen der Coniferen und Cycadeen, Orchideen und Proteaceen, wodurch er die Möglichkeit zeigte, die systematische Stellung selbst der höchst modificirten Typen der Flora zu bestimmen. Beide waren so nicht bloss Systematiker, sondern echte Morphologen der modernen Schule: De Candolle, indem er die Theorie der Symmetrie der Pflanzen auf Grund seiner vergleichenden Anatomie aufstellte, und mit grösserem Erfolg als bisher zwischen fundamentaler Einheit der Struktur und blosser oberflächlicher Ähnlichkeit der physiologischen Anpassung unterschied; Robert Brown (Humboldts „facile princeps Botanicorum“),

indem er dieselben Ideen mit noch schärferer Einsicht ausführte und indem er viele denkwürdige anatomische Untersuchungen machte, so z. B. über die Struktur des Eichens und des Samens. Durch seine Darlegung der Verwandtschaften der Gymnospermen kam er in der That den Entdeckungen Hofmeisters beinahe zuvor, welcher unter Browns modernen Nachfolgern durch seine Erklärung des tiefen kryptogamischen Geheimnisses der phanerogamischen Reproduktion hervorragt.

Mit den Arbeiten des Bernard und Antoine de Jussieu begann auch ein bedeutender paralleler Fortschritt in der Zoologie, in so fern ein Werk über die Klassifikation der Säugethiere, welches Cuvier, Geoffroy und St. Hilaire bald nach Beginn ihrer wissenschaftlichen Laufbahn lieferten, seinen herrschenden Impuls von der „Genera“ des Antoine erhielt. Cuvier war nicht nur ein exakter Beobachter und unermüdlich in monographischen Arbeiten, sondern auch — wie bekannt — der grösste vergleichende Anatom aller Zeiten. Seine Werke entsprechen in der Zoologie denen der ganzen botanischen Periode von Jussieu bis Brown, und fassen die Resultate aller Fortschritte zusammen. Obgleich ihm in mancher Hinsicht Haller und Hunter, welche (allerdings hauptsächlich zu physiologischen Zwecken) dieselben Theile in verschiedenen Organismen vergleichen, und noch entschiedener Vicq d'Azyr (der einzige wirkliche Anatom des 18. Jahrhunderts) vorausgehen, so eröffnet er dennoch das Zeitalter anatomischer Untersuchung, verbunden mit exacter Vergleichung und klarer Verallgemeinerung. Das „Règne animal“ und die Theorie der Typen (Vertebrata, Mollusca, Articulata, Radiata) sind die Resultate dieser Vereinigung der Analysis und Synthesis. Obgleich Cuvier selbst, erbittert durch die Verirrungen der Naturphilosophie, allein die Wichtigkeit des eingehenden Empirismus behauptete, richtete er doch die Taxonomie auf einer neuen Basis wieder auf, sodass das System nicht länger ein Gegenstand oberflächlicher Beschreibung und Nomenclatur blieb, sondern zu einer vollständigen Darstellung der Ähnlichkeiten und Verschiedenheiten der Struktur sich gestaltete. So wurde Cuvier mehr noch als Linné der Gründer einer grossen Schule, deren Namen und Arbeiten unvergänglich sind. In Deutschland haben Bojanus, Meckel, von Siebold und der berühmte Johannes Müller mit seinen vielen noch lebenden Schülern sein Werk würdig fortgesetzt. In Frankreich sind eine Reihe berühmter Anatomen, namentlich De Quatrefages, Milne Edwards und Lacaze-

Duthiers seine geistigen Erben, während er in England namentlich durch Owen vertreten ist.

Der von Bichat gegebene Anstoss auf dem Gebiete der Histologie soll später erörtert werden; das Entstehen der Embryologie jedoch mag hier kurz erwähnt werden, da durch sie die empfindlichste Lücke im Lehrgebäude Cuviers ausgefüllt wurde. Hier war es besonders C. E. von Baer, welcher die Typen Cuviers unabhängig auf Grundlage der Entwicklungs-Geschichte feststellte, und so zum ersten Male die Embryologie als den Prüfstein anatomischer Classification verwandte; dann aber auch, indem er sein berühmtes Gesetz der Differenzirung von einer allgemeinen zu einer speciellen Form aufstellte.

Wir wollen jetzt zu Linné zurückkehren, dessen mehr speculative Schriften, obgleich durch phantastische Hypothesen verwirrt, den Begriff der Metamorphose der Blüthe enthalten („Principium florum et foliorum idem est“ etc.). Um dieselbe Zeit und ganz unabhängig stellte der berühmte Embryologe C. F. Wolff dieselbe Theorie mit grösserer Klarheit auf, indem er zum ersten Mal die Pflanze auf eine Anhängsel tragende Axe zurückführte und andeutete, dass die vegetativen Blätter zu Knospenblättchen oder zu Blüthentheilen durch Verminderung der vegetativen Kraft umgewandelt werden. Dreissig Jahre später wurde dieselbe Ansicht nochmals unabhängig von Goethe in seiner jetzt wohlbekannten Schrift (Versuch, die Metamorphose der Pflanzen zu erklären, Gotha 1790) entwickelt. In dieser vorzüglichen Arbeit wird die Lehre von der ursprünglichen Einheit der Blüten und Blättertheile deutlich behauptet und unterstützt durch Beweisgründe aus der Anatomie, Entwicklungsgeschichte und Teratologie. Alle Organe einer Pflanze sind so Modificationen eines fundamentalen Organes, nämlich des Blattes, und alle Pflanzen müssen in derselben Weise als Modificationen eines ursprünglichen Typus, der Urpflanze angesehen werden.

Auf den Streit über den Werth und die Wichtigkeit dieses Versuches, und auf Goethes morphologische Werke im allgemeinen kann hier kaum eingegangen werden. Dass Goethe, und zwar klarer als irgend einer seiner Vorgänger oder Zeitgenossen die fundamentale Idee aller Morphologie, nämlich die Einheit, welche den mannigfachen Varietäten organischer Formen zu Grunde liegt, erkannte und behauptete, und dass er diese Idee zur Erklärung der wichtigsten, complicirtesten und verschiedensten thierischen und pflanzlichen Strukturen systematisch verwandte, ist unstreitig.

Die Schwierigkeiten entstehen, wenn wir die Wichtigkeit seiner Werke in der Kette des Fortschrittes zu würdigen versuchen, und wenn wir fragen, ob, wie einige Historiker meinen, seine „Urpflanze“ nur ein ideales Urbild sei, das als Frucht die unzähligen metaphysischen Abstractionen der Naturphilosophie hervorbrachte, und seine Landsleute zu ihrem Schaden in alle die Übertreibungen dieses Systemes führte; oder ob, wie Haeckel behauptet, sie eine concrete Stammform darstellt, mit welcher er die Ansicht der modernen „Evolutionisten“ ahnte.

Es ist unzweifelhaft, dass ihm Schelling viel verdankte in Bezug auf den Grund, auf welchem er sein philosophisches System errichtete, und dass er im grossen und ganzen dieselben Ideen theilte. Aber es muss daran erinnert werden, dass Goethe noch 40 Jahre nach der Veröffentlichung dieses Aufsatzes lebte und schuf, dass er vertraut mit der ganzen wissenschaftlichen Bewegung und den Entwicklungs-Theorien von Geoffroy St. Hilaire aufs wärmste zugethan war. Deshalb darf es uns nicht wundern, dass seine Schriften alle diese Interpretationen zulassen. Aber auch seine anderen morphologischen Arbeiten dürfen nicht vergessen werden. Unabhängig von Vicq d'Azyr entdeckte er den menschlichen Zwischenkiefer; unabhängig von Oken behauptete er die Wirbeltheorie des Schädels, und lange vor Savigny erkannte er, dass die Kiefer der Insecten die Gliedmassen des Kopfes sind.

Im Jahre 1813 gab A. P. de Candolle seine „Théorie élémentaire de Botanique“, die er zu seiner klassischen „Organographie végétale“ (1827) entwickelte, heraus. Obgleich er zuerst mit Goethes Schrift nicht bekannt war und die Homologie der Blätter- und Blüthentheile nicht deutlich einsah, stellte er seine Symmetrietheorie auf, welche alle Blüthen auf „symmetrische“ Gruppen von Anhängseln einer Axe zurückführt, und ihre verschiedenen Formen durch Cohäsion und Adhäsion, durch zurückgehaltene oder übermässige Entwicklung erklärte. Der nächste grosse Fortschritt war die Untersuchung von Schimper und Braun über Phyllotaxis — die spirale Stellung der Blätter- und Blüthentheile — deren wesentliche Einheit dadurch klarer festgestellt wurde.

Der Ausdruck „Morphologie“ wurde zuerst eingeführt von Goethe im Jahre 1817; in einem späteren Aufsatz (Zur Naturwissenschaft überhaupt, besonders zur Morphologie) verwendete er ihn, um die Lehre der Einheit des Typus in verschiedenen organischen Formen zu bezeichnen. Hierfür war von Linné und früher von Goethe selbst der Ausdruck „Metamorphose“ verwendet; dieser

ist aber unzulässig, weil er eine Verwechselung mit den Metamorphosen der Insecten in sich schliesst. Der Name wurde in der Botanik nicht eher gebräuchlich, bis er geläufig wurde durch Auguste St. Hilaire, in seiner vortrefflichen *Morphologie végétale* (1841); und in der Zoologie, bis De Blainville (welcher auch zuerst den Ausdruck „Typus“ anwendete) die äusseren Formen der Thiere unter dem Namen „Morphologie“ behandelte. —

Ogleich die Naturphilosophie Schellings und ihre zahllosen Modificationen durch seine Nachfolger, ihre mystischen Theorien von Polarisation und dergleichen, ihr Apparat von Voraussetzung und Abstraction, von Hypothese und Metapher, nicht hier behandelt werden können, so dürfen wir doch ihr zweifelloses Verdienst nicht vergessen, das sie nicht nur unzählige Geister zu dem eifrigen Studium der Naturwissenschaft reizten, sondern auch durch ihre unaufhörliche Behauptung der Einheit der Natur, und durch ihre freie Benutzung der Platonischen Urbilder, einen gewaltigen Anstoss zur Wissenschaft der vergleichenden Anatomie gaben, sowie den Anspruch philosophischer Synthese gegen blos analytischen Empirismus energisch vertheidigten. Unter den zahlreichen Anhängern dieser Schule finden wir verschiedene Typen, theologische, metaphysische, mystische, poetische und wissenschaftliche; aber ihr wichtigster Vertreter ist Lorenz Oken, welcher in sich zugleich die besten und die schlechtesten Eigenschaften dieser Schule vereinigte und unter dessen unzähligen pseudomorphologischen Träumen bisweilen Andeutungen grösster Fruchtbarkeit vorkommen, wie z. B. die selbstständige Behauptung der Wirbeltheorie des Schädels, der Infusorien (Zellen) etc.

Ogleich Lamarck an dieser Bewegung Theil hatte, so verdient sein grosses Werk, indem es mehr aetiologisch als morphologisch ist, hier doch kaum besprochen zu werden. Der bei weitem berühmteste Anatom der transcendentalen Schule ist Geoffroy St. Hilaire. Da er verhältnissmässig frei war von den Uebertreibungen Oken's, und eine tiefe morphologische Einsicht, kaum geringer als die Goethe's, mit grösserer Kenntniss der Thatsachen, und viel weiterem Einfluss und Ruhm in der wissenschaftlichen Welt in sich vereinigte, hatte er einen bedeutend grösseren Einfluss auf den Fortschritt der Wissenschaft. Er beschäftigte sich zuerst, wie Cuvier, mit anatomischen Einzelheiten, aber von der Ansicht Buffon's, der Einheit des Organisationsplanes und von den Entwicklungstheorien Lamarck's stark beeinflusst, wendete er sich zu einer neuen Richtung und kam wieder zu der Idee der seria-

len Homologie, deren unabhängigen Ursprung wir schon so oft erwähnt haben. Sein grösstes Werk, die Philosophie Anatomique (1818—1823) enthält seine wichtigsten Doctrinen. Diese sind 1) Die Theorie der Einheit der organischen Formbildung (mit der von Goethe identisch), 2) die Lehre der Analoga, nach welcher dieselben Theile, nur in Form und Entwicklungsstufe differirend, bei allen Thieren vorkommen sollen; 3) das „principe des connexions“, nach welchem ähnliche Theile überall in ähnlichen relativen Stellungen vorkommen, und 4) das „principe du balancement des organes“, auf welches er das studium der Teratologie begründete und nach dem die hohe Entwicklung eines Organes mit der Verminderung eines anderen zusammenhängt. Der Fortschritt in der morphologischen Theorie ist hier leicht zu erkennen. Unglücklicherweise jedoch gerieth er, indem er oft trügerischen Homologien zu eifrig folgte, in den Transcendentalismus der Naturphilosophie, und scheint die Typentheorie Cuvier's und die Entdeckungen Baer's gar nicht gewürdigt zu haben. Ernstlich vertheidigte er Buffon's und Bonnet's vorausgehende Ansicht von der Einheit des Bauplanes in der Natur, und der Streit erreichte seine Höhe im Jahre 1830, als er die Einheit der Struktur bei den Cephalopoden und Wirbelthieren gegen Cuvier vor der Académie des Sciences behauptete. — Hinsichtlich der Thatsache war Geoffroy natürlich ganz widerlegt. Die Typen-Theorie wurde von nun an völlig angenommen, und die Naturphilosophie erhielt ihren Todesstoss, während eine „zweite empirische Periode“ exakter anatomischer und embryologischer Untersuchungen sie für immer zu ersetzen schien. So war die allgemeine Ansicht, nur einige, wie der alte Goethe (dessen letzte literarische Arbeit eine meisterhafte Kritik des Streites war) erkannten, dass die ganz umgekehrte Anschauung die tiefere und die wesentlichere war, dass eine wirkliche „wissenschaftliche Revolution“ im Anzug war, und dass die Herrschaft homologischer und synthetischer Studien über beschreibende und analytische hinfort gesichert war. Der unveröhnliche Streit zwischen den zwei Anführern führte nothwendigerweise zu einer Vereinigung ihrer Nachfolger. Theorien vergleichender Anatomie wurden von jetzt an einer strengen anatomischen und embryologischen Prüfung unterworfen, während Anatomie und Embryologie ein homologes Ziel zu verfolgen angingen. Diese Vereinigung der festen Thatsache und der strengen Methode Cuvier's mit dem verallgemeinernden Geist und philosophischen Ziel Geoffroys finden ein schönes Beispiel in den Werken Owen's;

kurz, die sogenannte Cuviersche Schule ist in Wirklichkeit von da an auch die des Geoffroy.

Die fernere Entwicklung des Begriffes der Homologie wird hier später erläutert werden, aber die Ausdehnung und Schnelligkeit des späteren Fortschrittes der Erkenntniss der pflanzlichen und thierischen Struktur macht einen historischen Ueberblick bis zum Erscheinen des „Origin of Species“ (1859) unmöglich. Kein fernerer qualitativer Fortschritt war jedoch möglich, weil, wie Sachs am besten gezeigt hat, die Morphologie nothwendiger Weise unter dem Linnéschen Dogma der Constanz der Arten, dieselben zwei unvereinbaren und unversöhnlichen Gedanken-Richtungen enthielt, die wir in Caesalpinus und den früheren deutschen Botanikern erkannten; nämlich auf einer Seite den Mangel einer strengen, wissenschaftlichen Klassification und auf der anderen die unbestimmte Empfindung einer natürlichen Verwandtschaft. In der That, eine strenge Klassification von Formen, die als constant angenommen werden, schliesst jede natürliche Verwandtschaft aus. Die Typen-Theorie, die Theorie der Einheit des organischen Bauplanes und desgleichen, sind in der That auf zweierlei Weise erklärbar; sie können entweder als Ausdrücke eines schöpferischen Planes, oder als reine platonische und archetypische Ideen angesehen werden. Beide Ansichten sind je nach dem durch theologische und metaphysische Gründe haltbar, aber es kann nicht geleugnet werden, dass von dieser Einheit des Typus keine wissenschaftliche Erklärung (d. h. in Bezug auf die Phänomene der natürlichen Welt) existirt oder vielmehr existiren kann. Die nothwendige Erklärung wurde von Darwin gegeben. Die Urpflanze von Goethe, die Typen von Cuvier und dergleichen wurden mit einem Male verständlich als schematische Darstellungen ursprünglicher Organismen, welche in verschiedenen und verändernden Umgebungen in die grosse Menge existirender Formen differencirt worden sind. Alle die Räthsel der Struktur wurden gelöst, „charakteristische“ und „abweichende“, „fortschreitende“ und „rückgebildete“, „synthetische“ und „isolirte“, „dauernde“ und „propheetische“ Typen verwirren nicht mehr das Verständniss. Die Phänomene der individuellen Entwicklung werden durch die Stammesgeschichte erklärt; die Entwicklungs-Geschichte zerfällt in Ontogenie und Phylogenie, indem die letztere in nähere Beziehung zur Palaeontologie tritt; die Klassification strebt nach der Reconstruction des Stammbaumes. Alle diese Ergebnisse wurden deutlich entwickelt in dem bedeutendsten Werk dieser neuen Periode, der

„Generellen Morphologie“ von Haeckel (1866); und die werthvollen gleichzeitigen „Principles of Biology“ von Herbert Spencer lenkten besondere Aufmerksamkeit auf das Verhältniss der Morphologie zur Physiologie. Der gegenwärtige Zustand dieser Wissenschaft ist leicht zu verstehen, wenn wir bedenken, dass die Naturforscher, gleich den Organismen, welche sie untersuchen, jedem Entwicklungsstadium entsprechen. In jeder Zeitschrift oder Reihe von Monographien ist eine Arbeit auf der Linné'schen Stufe, eine andere auf der Cuvier'schen, eine dritte auf der Geoffroy'schen, eine vierte auf der Darwin'schen, und unter diesen kommen zahlreiche „Zwischentypen“ vor. Eine unüberlegte und übermässige Arbeitstheilung, wegen unvollkommener allgemeiner Erkenntniss und Unaufmerksamkeit auf diese und jene Principien, schliesst stets einen grossen Verlust von Leben und Arbeit ein. Mit dieser intellectuellen Anarchie hängt natürlich eine materielle Anarchie zusammen. Museen z. B. repräsentiren gewöhnlich die Ueberbleibsel der früheren Perioden der wissenschaftlichen Kultur. Im ganzen jedoch, und besonders unter den Zoologen, streben die Untersuchungen mehr und mehr die Ideale der „Generellen Morphologie“ völlig zu realisiren; eine Periode vereinter Arbeit der Morphologen und der Physiologen beginnt ¹⁾).

§. 2. Resultate.

Ogleich das vorangehende nur ein schwacher Umriss der Entstehung und des Fortschrittes der Morphologie ist, so kann dennoch keine dementsprechende Skizze ihrer Resultate hier erwartet werden. Eine Beschreibung der geläuterten Anwendungen der Lehre der Metamorphose der Pflanzen, eine Untersuchung über die Morphologie der Kryptogamen, oder ein Bericht über so schöne Homologien, wie die der Arthropoden, oder der Echinodermen sind unmöglich; noch weniger können wir die bedeutenden Vereinfachungen des äusserst complicirten Problems der Struktur der Vertebraten erörtern durch die neuen Theorien des Schädels von Gegenbaur und Parker, oder durch solche geistreiche Entdeckungen wie die der Segmentalorgane, oder der Entstehung und Homologien der spinalen und cerebralen Nerven. Ueber diese organologischen Begriffe muss der Leser die Werke von Huxley, Ge-

¹⁾ Für Bibliographie vide Carus, Geschichte der Zoologie; Sachs, Geschichte d. Botanik; Cuvier, Hist. d. Sci; Ds. G. St. Hilaire, Hist. Nat. Gén.; Masters in Med.-Chir. Review 1858 etc.

genbaur, Haeckel, Balfour, Parker, Naegeli, Eichler, Asa Gray und anderen zu Rathe ziehen, und mit Hilfe der verschiedenen Jahresberichte die laufende wissenschaftliche Literatur studiren.

In solchen Werken muss man auch die unzähligen Versuche über taxonomische Synthese suchen, welche der organologische Fortschritt immer erregt. Embryologische Verallgemeinerungen, wie die Haeckel'sche Gastraea-Theorie, Lankester's wetteifernde Planulatheorie, oder die geistvolle Coelomtheorie von Hertwig sind neuerdings gründlich in Balfour's Embryologie critisirt worden. Dieser Artikel wird sich beschränken einige Hauptprobleme kurz zu erörtern, indem wir von der Zellenlehre und dem Problem organischer Individualität ausgehen, welche besondere Bedeutung sowohl in sich als auch als illustrirende Beispiele besitzen, und welche in neuester Zeit nicht kurz zusammengefasst worden sind.

§. 3. Histologie. Zellen-Lehre.

Obgleich die Anwendung des einfachen Mikroskopes auf die Untersuchung der feineren Anatomie der Pflanzen und Thiere von dem Ende des siebzehnten Jahrhunderts ausgegangen war, so leitet doch die moderne Histologie ihre wirkliche Entstehung erst von Bichats „Anatomie Générale“ (1801) ab, welche den Organismus in eine Reihe von einfachen Geweben mit bestimmter Struktur zerlegt. Dieser neue Anstoss und die fortschreitende Verbesserung der optischen Hilfsmittel führten zu zahlreichen energischen Untersuchungen, und „Fibrae“ und „Globuli“, „Laminae“ und „Nuclei“ wurden beschrieben, und sogar „Zellen“ von Mirbel im Jahre 1806. Im Jahre 1835 entdeckte Johannes Müller Zellen im Notochord gleich denen der Pflanzen. Die Zellen und Zellkerne der Epidermis und anderer thierischen Gewebe wurden bald nachgewiesen, und der Kern in Pflanzenzellen von Robert Brown entdeckt. Im Jahre 1838 führte Schleiden alle pflanzlichen Gewebe auf die zellige Struktur zurück, und entdeckte, dass der Keim eine einzelne, kernhaltige Zelle ist; und im Jahre 1839 dehnte Schwann kühn diesen Begriff der pflanzlichen Struktur und Entwicklung auf die Thierwelt aus, und stellte so die „Zellentheorie“ fest.

Schwann verstand unter der Zelle wesentlich ein Bläschen mit einem Kern und flüssigen Inhalt, welches in einer intracellularen Substanz entstand; aber diese Ansicht wurde bald aufgegeben.

Dujardin hatte entdeckt, dass die Körper der Foraminiferen

aus kleberiger, granuloser, contractiler „Sarcode“ bestanden, und unabhängig von ihm hatte von Mohl auf gleiche Weise den Inhalt der Pflanzenzelle als Protoplasma beschrieben. Dieses wurde von Max Schultze 1861 mit der Sarcode Dujardin's identificirt, und er bewies, dass diese lebende Substanz, im Gegensatz zu der Membran, der wesentliche Bestandtheil der Zelle sei; fortan ist der neuere Name Protoplasma geblieben, und Schultze's verbesserte Definition der Zelle als eine einzige kernhaltige Protoplasmaniasse wurde allgemein angenommen. Schon im Jahre 1824 hatten Prevost und Dumas „die Segmentations-Theile“ des Eies entdeckt, und diese wurden natürlich sogleich nach der Veröffentlichung des Schwannschen Werkes mit Zellen identificirt. Im Jahre 1846 bewies Kölliker, dass alle Gewebe aus diesen Segmentationsmassen entstehen, und dass die Vermehrung der Thier- und Pflanzenzellen durch eine Fortsetzung desselben Processes stattfindet, nämlich durch die Quertheilung, welche schon bei Protozoen beobachtet worden war.

Nachdem diese Thatfachen festgestellt waren, wurden für eine Zeit lang die Beobachtungen der Histologen von der Struktur der Zelle selbst abgewendet, und auf die Art und Weise ihrer Entstehung und fernerer Differencirung und Aggregation in Gewebe und Organe concentrirt.

Die microscopische Struktur und Histogenesis der Pflanzen und wenigstens der höheren Thiere sind mit immer grösserer und fortschreitender Genauigkeit erforscht worden. Pflanzliche und thierische Gewebe werden einfach classificirt sowohl nach ihren ausgewachsenen Formen als auch nach den Keimschichten, aus denen sie entstanden sind. Diese Untersuchungen der pflanzlichen und thierischen Struktur, abgesehen von den speciellen Verallgemeinerungen des Botanikers und des Zoologen, haben viele Ergebnisse für die allgemeine Histologie geliefert. Die Verbesserung der Technik hat in den letzten Jahren viel für den Fortschritt in der Wissenschaft beigetragen. Man ist von dem Studium des Zellen-Aggregates zu dem der Zelle selbst zurückgekehrt, und die Lehre von Zellstruktur darf wieder als die Hauptfrage der Histologie hingestellt werden. Der Process der Quertheilung wird neuerdings viel erläutert. Eine Beschreibung der Einzelheiten ist an dieser Stelle nicht gut möglich. Das Ergebniss aber lässt eine weitgehende Uebereinstimmung festzustellen selbst in Fällen die so verschiedenartig sind als die Pollenkörner in einer Blüthenknospe, die Epidermis einer Kaulquappe, oder die Zellen einer Geschwulst

— ein Ergebniss, welches die morphologische Vollständigkeit der Zellentheorie ungemein erhöht. Andere Processe der Zellenvermehrung sind auch nicht ohne morphologisches Interesse. Die Knospung, wie sie von der Bier-Hefe bekannt ist, kommt auch in anderen niederen einfachen Organismen vor, und darf wahrscheinlich mit der Formation der polaren Bläschen im Thier-Ei identificirt werden, als eine Modification von Quertheilung. Schleiden glaubte dass alle neuen Zellen innerhalb anderer Zellen entstehen, und dieser Process, welcher „Freie Zell-Bildung“ genannt wird, kann wirklich in mehreren pflanzlichen und thierischen Geweben beobachtet werden. Das Protoplasma sammelt sich um neue Zellkerne herum, und die neuen Zellen entstehen in der That fast wie Schwann seinerseits angenommen hatte. Es ist jedoch bewiesen worden, dass diese Nuclei aus der Theilung des ursprünglichen Nucleus entstehen, so dass dieser Process auch bloß als eine Modification der allgemeinen Quertheilung erscheint. Auch die Copulation (d. h. die Verschmelzung von zwei gleichartigen Zellen), welche sich bei Algen, Pilzen, und Protozoen beobachten lässt, wird als die undifferencirte Art jener Fertilisation betrachtet, welche bei den höheren Pflanzen und Thieren vorkommt, bei der die zwei gleichen Massen zu Eizelle und Antherozoid, oder zu Ovum und Spermatozoon differencirt werden. Eine unbestimmte Zahl von amoeboiden Zellen fliessen bisweilen in eine einzige Masse zusammen, eine Erscheinung, welche von einigen als vielfache Copulation angesehen wird, aber welche mit grösserer Wahrscheinlichkeit als eine fast mechanische Verschmelzung von erschöpften Zellen betrachtet werden kann. Aus diesem Process könnte vielleicht die eigentliche Copulation und die Fertilisation selbst entstehen. In gleicher Weise verschmelzen die amoeboiden Zellen bei höheren Thieren, und so scheint diese Formation der „Plasmodien“ eine tief gegründete Beschaffenheit der amoeboiden Zelle zu sein. Der Process der Verjüngung (welcher bei vielen der niedersten Pflanzen und Thieren z. B. *Protococcus* und *Amoeba* vorkommt, bei denen das Protoplasma von einer encystirten Ruhe-Stufe zu einer nackten und beweglichen übergeht), hat viele Analoga nicht nur bei den Protisten, sondern auch selbst in den Geweben der höheren Thiere. So können wir die Stadien, welche die niedersten Organismen mehr oder weniger zeigen, nämlich die encystirte, bewimperte, amoeboide und plasmodiale, als die fundamentalen Formen eines Lebenskreises betrachten, welchen nur die äusserst niederen Organismen vollständig zeigen, aber welcher nie-

mals bei den anderen Thieren ganz verloren geht. Die höchsten Pflanzen und Thiere können daher als Aggregate von mehr oder weniger differencirten und verschieden angeordneten, encystirten, amoeboiden und bewimperten Zellen angesehen werden, indem ihre Entwicklung und folgenden Veränderungen, seien es normale oder pathologische, mehr oder weniger bestimmte Stadien des ursprünglichen Lebenskreises darstellen.

Die Untersuchung der genaueren Art und Weise der Zelltheilung, besonders durch Botaniker, hat in der letzten Zeit ein merkwürdiges Licht auf die Struktur des ausgewachsenen Organismus geworfen. In unseren Tagen wie in denen von Bichat und Schwann sind die Untersuchungen des Histologen, wenn sie ein höheres Ziel als die blosse Vermehrung der beschreibenden Einzelheiten verfolgen, von der höchsten morphologischen Bedeutung, und führen zu der Darlegung einer Einheit in der organischen Struktur, welche tiefer ist als die, welche wir Linné oder Cuvier, Goethe oder Geoffroy, zu verdanken haben.

§. 4. Individualität.

Wahrscheinlich findet man, dass über keinen Gegenstand in dem ganzen Gebiete der Biologie weitgehender discutirt worden ist als über die organische Individualität. Die Geschichte dieses Streites ist interessant, nicht nur weil sie uns zu festen Erfolgen führt, sondern auch weil sie dient, vielleicht besser als irgend ein anderer Fall, die langsame Befreiung der Naturwissenschaft von dem Einfluss des Scholasticismus zu zeigen. Indem man von der offenbaren Einheit und Untheilbarkeit des Menschen und der anderen höheren Thiere ausging, und eine solche Definition annahm wie die von Mirbel (doch eine höchst unwissenschaftliche) „*Tout être organisé, complet dans ses parties, distinct et séparé des autres êtres, est un individu*“, wurde es unzählige Male versucht, denselben Begriff anderswo in der Natur zu finden, oder vielmehr, ihn allen anderen Wesen, Pflanzen und Thieren, aufzudrücken. Die Ergebnisse der verschiedenen Forscher waren natürlich äusserst widerstreitend. Es schien leicht und natürlich, einen Baum oder eine Pflanze überhaupt als gleichgeltend mit einem Thier als Individuum betrachtet zu identificiren, aber sogleich erhoben sich Schwierigkeiten. Viele scheinbar einzelne Pflanzen können von einer gemeinschaftlichen Wurzel entstehen, oder man kann eine einzelne Pflanze in Äste, Zweige, Sprosse, Knospen, oder sogar Blätter zerlegen, und alle diese Theile können oft abgesondert

existiren. Diese sind wieder in Gewebe und Zellen theilbar, die Zellen in Protoplasma und Nucleus, diese endlich in Protoplasma-Molecule, und diese in Atome. So geht die Frage ganz über das organische Gebiet der Naturwissenschaft heraus, und trifft den alten Streit über die letzte Theilbarkeit des Stoffes. Kurz, wie Häckel zeigt, kann kaum ein Theil der Pflanze genannt werden, der nicht von Einem für das Individuum gehalten worden ist. Es ist daher nöthig kurz einige Hauptwerke über den Gegenstand anzuführen, und diese können wir passend in zeitlicher Folge vornehmen.

Während Cassini nahezu mit Mirbel darin übereinstimmte, dass er jede einzelne Pflanze als ein Individuum anzusehen versuchte, ist die weiteste Auslegung des Begriffes des Individuums die von Gallesio (1816), welcher das ganze Produkt eines Samenkornes als ein Individuum anzusehen vorschlug, gleichviel ob dieses sich zu einer einachsigen Pflanze entwickelt, oder zusammenhängend sich ausdehnt wie eine Banyane, oder sich ungeschlechtlich durch natürliche oder künstliche Mittel vermehrt, wie die Trauer-Weide oder wie *Anacharis Canadensis*. Von diesen beiden gibt es nach dieser Auffassung nur ein einziges Individuum in Europa, glücklicherweise nicht in Zusammenhang.

Die älteste und zugleich am häufigsten behauptete Ansicht betrachtet die Knospe oder den Spross mit einer einzigen Axe und Blattanhängseln als das Pflanzenindividuum, also den Baum als eine Kolonie, gleich einem verästelten Korallenstock.

Diese Anschauung, welche oft Aristoteles (wie es scheint ohne Grund), zugeschrieben wird, kommt bestimmt in den Werken von Hippocrates und Theophrastus vor; der letztere sagt „Die Knospe wächst auf dem Baum wie eine Pflanze im Boden.“ Das Aphorisma von Linné „*Gemmae totidem herbae*“ ist wohlbekannt, und in dieser Ansicht stimmten C. F. Wolff und Humboldt überein, während Erasmus Darwin sie durch Thatfachen der Anatomie und Entwicklung unterstützte. Der bedeutendste Vertheidiger der Knospentheorie in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts war Du Petit Thouars, welcher zwar (wie gewöhnlich) von einem „*Principe unique d'existence*“ ausging, aber seine Theorie mit zahlreichen (wenn auch zum grossen Theil unrichtigen) Beobachtungen über die Structur und das Wachsthum des Stengels unterstützte. Für ihn ist der Baum eine Colonie von Phytén, deren jedes eine Knospe mit ihrem achsenständigen Blatt und einem Theil von dem Stengel und der Wurzel ist. Abgesehen von vielen geringeren

Forschern kommen wir zu dem Hauptwerk von Alexander Braun (1853), in welchem, wie Sachs gesagt hat, die unzulässige Vereinigung der Naturphilosophie mit inductiver Morphologie das Äusserste erreichte. Braun kritisirt jedoch alle vorhergehenden Theorien, er gesteht die Schwierigkeit zu, irgend eine zu beweisen, weil die Pflanze physiologisch betrachtet vielmehr ein Dividuum als ein Individuum sei. Er schlug als Compromiss vor, oder vielmehr als eine theilweise Lösung des Knotens, die Annahme des Sprösslings als morphologisches Individuum; einem Thier vergleichbar, besonders, weil der Sprössling (ungleich der Zelle und dem Blatt) alle die vortretenden Merkmale der Species enthält. Darwin und Spencer nehmen im allgemeinen die Knospe oder den Sprössling als das auf jeden Fall bestimmteste Individuum. Die Theorie der Metamorphose führte natürlich Goethe, Oken und andere dazu, das Blatt als das Individuum anzusehen, während Johannes Müller, Steenstrup und andere aus verschiedenen physiologischen Gründen dieselbe Ansicht annahmen. Gaudichaud brachte eine Theorie vor, welche zwischen dieser Ansicht und der von Du Petit Thouars liegt, und nach welcher die Pflanze aus Individuen gebaut wird, von denen jedes aus einem Blatt mit seinem darunter liegenden Zwischenstück besteht, welches als Blattgrund angesehen wurde. Diese Theorie wurde von Edward Forbes und anderen vertheidigt, während die scheinbar umgekehrte Ansicht, welche das Blatt blos für eine äusserliche Ausdehnung des Stengelsegmentes hält, von Hochstetter vorgeschlagen wurde.

Mehrere Versuche, die verschiedenen Gewebe (z. B. die Gefässbündel) als die constituirenden Individuen anzusehen, können übergangen werden; jene jedoch, welche mit der Zellentheorie zusammenhängen, sind von grösserer Wichtigkeit. Schwann hatte sich für die Zelle entschieden, und hielt die Pflanze für eine Zellenkolonie, in der die einzelnen Elemente mit den Bienen eines Schwarmes verglichen wurden, eine Ansicht, mit welcher Schleiden, Virchow und andere Begründer der Zellenlehre im wesentlichen übereinstimmten. Aber obgleich die Struktur und die Functionen der Pflanze fundamental und ausschliesslich cellular sind, ist es unmöglich zu verkennen, dass (ausser in den niedrigsten Organismen) die Zellen grösseren Aggregaten untergeordnet und differenzirt, und in Wirklichkeit fast wie die Steine eines Gebäudes sind; und daher die späteren Theorien, welche wir schon erwähnt haben. Von den Versuchen das Individuum in dem Zell-

kern oder in den Protoplasmakörnchen zu finden, ist es natürlich unnöthig, weiter zu sprechen.

So weit die Theorien von absoluter Individualität. Die Entwicklung des Begriffes der relativen Individualität wird von Fisch vorzüglich erläutert, von den mehr oder weniger unbestimmten Andeutungen in den Schriften von Goethe, Roeper und dem älteren De Candolle aus, bis zu seiner klaren Darstellung von Alphonse de Candolle und von Schleiden, welche beide die Zelle, den Sprössling, und die vielachsige Pflanze für drei auf einander folgende und untergeordnete Kategorieen halten. Auch Nägeli erkannte nicht nur die Nothwendigkeit, eine solche Reihe (Zelle, Organ, Knospe, blatttragende Axe, vielachsige Pflanze) aufzustellen, sondern auch den Unterschied zwischen morphologischer und physiologischer Individualität, welcher nachher von Haeckel bestimmter dargelegt wurde.

Abgesehen von den Schwierigkeiten, welche sogar bei den Protozoen sich erheben, finden wir, dass ein ähnlicher Streit (ausführlich in Haeckel's Kalkschwämmen besprochen) über die Individualität der Schwämme stattgefunden hat. Während die früheren Beobachter zufrieden waren, jede Schwammmasse als ein Individuum anzusehen, in welcher Anschauung Lieberkühn und andere Monographen im wesentlichen übereinstimmten, führte die Anwendung des Microscopes zu der von James Clark angedeuteten und noch von Saville Kent eifrig behaupteten Ansicht, nämlich dass der Schwamm ein Staat von amoeboiden oder Infusorien-Individuen ist. Carter sah die einzelnen flaschenförmigen Säcke als die wahren Individuen an, während Oscar Schmidt das Individuum durch den Besitz einer einzigen Ausströmungsöffnung definirte und die Schwämme in einzelstehende und gesellschaftliche unterschied. Später jedoch nannte er die Schwämme „Zoa impersonalia.“

Für die höheren Thiere ist das Problem, obgleich vielleicht noch schwieriger, nicht so hervorragend. Wie Haeckel bemerkt, nehmen die früheren Erörterungen und sogar der verhältnissmäßig späte Versuch von Johannes Müller einen fast blos psychologischen oder wenigstens physiologischen Gesichtspunkt an, und die morphologische Ansicht der Frage erschien erst, als die Untersuchung vieler niederen Formen (z. B. der Cestoden und Siphonophoren) die Schwierigkeiten aufgedeckt hatte, mit denen die Botaniker so lange bekannt gewesen. Mit dem raschen Fortschritt der Embryologie erhoben sich auch neue Probleme, und im Jahre 1842 führte Steenstrup den Begriff des „Generations-

wechsels“ ein, als eine Entstehung von verschiedenen Individuen auf zwei Wegen, die für ihn wesentlich gleichartig waren, nämlich die geschlechtliche von befruchteten Weibchen, und die ungeschlechtliche von nicht befruchteten „Ammen“. Diese Ansicht wurde von Edward Forbes und vielen anderen Naturforschern angenommen, aber von Carpenter und von Huxley scharf verurtheilt. In Leuckart's ausgezeichneten Abhandlung über den Polymorphismus (1853) wurden die Siphonophoren als Colonien analysirt, und ihre verschiedenen Organe als morphologisch equivalent bewiesen, während Steenstrup's Generationswechsel auf einen Fall von Polymorphismus in der Entwicklung zurückgeführt wurde. Leuckart unterschied ferner theilweise zwischen Individuen verschiedener Ordnung und auch zwischen morphologischer und physiologischer Individualität.

Im Jahre 1852 schlug Huxley die Auffassung vor, welche er noch jetzt im wesentlichen behauptet. Ausgehend von der unzweifelhaften Homologie zwischen der eiträgenden Ausstülpung der Hydra und einem frei schwimmenden Medusoid, weist er nach, dass die Bezeichnung, welche dem letzteren gegeben wird, logisch auch der ersteren gehören muss. Er vermeidet die Verwechslung zwischen dem Organ und dem Individuum, indem er das thierische Individuum (wie Gallezio das pflanzliche) als das ganze Product eines einzigen befruchteten Eies definirt; so nennt er den Schwarm von Aphiden oder von freien Medusen, welche nach dieser Ansicht zu einem Individuum gehören, „Zooiden“.

In dem Systeme der thierischen Morphologie von Carus (1853) wurde eine andere Theorie vorgebracht; doch nachher scheint das Problem in Vergessenheit gerathen zu sein, bis 1865, wo es der Gegenstand einer in die Länge gezogenen und fruchtbaren Erörterung in den *Principles of Biology* wurde. Spencer nahm als die morphologische Einheit die Zelle an, welche er als ein Aggregat der niedersten Ordnung und selbst aus physiologischen Einheiten zusammengesetzt definirte; er bemerkte, dass diese entweder einzeln existiren können, oder allmählig Verbindungen bilden zu Aggregaten zweiter Ordnung, wie die niederen Algen, deren Individualität mehr oder weniger bestimmt ist.

Die Vereinigung solcher secundären Aggregate oder zusammengesetzten Einheiten zu Individuen einer noch höheren Ordnung wird durch solche Übergangsstufen wie die höheren Algen oder die Lebermoose verfolgt, von deren Thallus die Axen und Anhängsel der Monocotyledonen und Dicotyledonen sinnreich abge-

leitet werden. Der Sprössling einer Phanerogame ist daher ein Aggregat dritter Ordnung; verästelt wird er zum Aggregat vierter und höherer Ordnung, und endlich als ein „Baum erreicht er einen Grad der Zusammengesetztheit, welcher zu hoch complicirt ist als dass er noch definirt werden könnte.“ Bei den Thieren befolgte er dieselbe Methode. Die Protozoen sind Aggregate erster Ordnung. Diese zeigen gleich den Pflanzen unbestimmte Übergangsstufen, z. B. Radiolarien, Foraminiferen, Schwämme, zu bestimmten zusammengesetzten Einheiten wie die Hydra. Solche secundäre Aggregate vermehren sich durch Knospung zu beständigen Aggregaten dritter Ordnung, welche alle Grade der Integration darstellen bis zu dem der Siphonophoren, wo die Individualitäten der Polypen in der des Aggregates fast verloren gehen. Die sämtlichen segmentirten Articulaten werden zunächst als mehr oder weniger integrierte Aggregate dritter Ordnung betrachtet; die niederen Anneliden sind die weniger entwickelten Formen, während die Arthropoden die am höchsten integrierten und entwickelten sind. Die Mollusken und Wirbelthiere werden als Aggregate zweiter Ordnung angesehen.

Im Jahre 1866 erschien die letzte classische morphologische Arbeit, die „Generelle Morphologie“ von Haeckel. Hier wird die reine Morphologie in zwei untergeordnete Wissenschaften eingetheilt: die erste Strukturlehre oder Tektologie, welche den Organismus als aus organischen Individuen verschiedener Ordnung zusammengesetzt betrachtet; die zweite im wesentlichen stereometrisch, Promorphologie. Auf die Tektologie, oder die Lehre der organischen Individualität ist ein grosser Theil des Werkes verwendet. Er verwirft die Lehre der absoluten Individualität als ein metaphysisches Dogma, und geht von der Ansicht von Schleiden, De Candolle, und Nägeli, von mehreren auf einander folgenden Kategorien relativer Individualität aus; er unterscheidet deutlicher als vorher zwischen dem physiologischen Individuum (oder Bion), welches durch Bestimmtheit und Selbstständigkeit der Function characterisirt wird, und dem morphologischen Individuum (oder Morphon), welches in gleicher Weise durch Bestimmtheit der Form characterisirt wird. Von dem letzteren stellte er sechs Kategorien folgendermassen auf:

- I. Plastiden (Cytoden und Zellen) oder Elementarorganismen.
- II. Organe (Zellenstöcke oder Zellfusionen), einfache oder ho-

- moplastische Organe (Gewebe), zusammengesetzte oder heteroplastische Organe, Organsysteme, Organapparate.
- III. Antimeren (Gegenstücke oder homotype Theile): Strahlen der Strahlthiere, „Hälften der bilateral-symmetrischen Thiere“.
 - IV. Metameren (Folgestücke oder homodyname Theile): „Stengelglieder“ der Phanerogamen, „Segmente“, Ringe oder Zoniten der Gliederthiere und Wirbelthiere etc.
 - V. Personen (Prosopen): Sprosse oder Gemmae der Pflanzen und Coelenteraten etc. „Individuen“ im engsten Sinne bei den höheren Thieren.
 - VI. Cormen (Stöcke oder Colonieen): Bäume, Sträucher etc., zusammengesetzte Pflanzen, Salpenketten, Polypenstöcke etc. —

In seiner späteren Monographie über die Kalkschwämme, und in einem Schlüssaufsatz ändert Haeckel diese Kategorien etwas dadurch, dass er eine Kategorie des grössten Umfangs, nämlich das Idorgan, an die Stelle der drei einzelnen Ordnungen der Organe, der Antimeren und der Metameren einschiebt. Das Idorgan (natürlich deutlich von dem physiologischen Organ oder Biorgan unterschieden) wird als eine morphologische Einheit, aus zwei oder mehr Plastiden bestehend, ohne dass sie die positive Charakter-Eigenschaft der Person oder des Stockes besitzt, definirt. Die Idorgane werden ferner in Homoplasten oder Homöorgane und Alloplasten oder Allöorgane unterschieden; die erste Gruppe umfasst Plastidaggregate und Plastidverschmelzungen, die letztere Idomeren, Antimeren und Metameren.

Die frühere Definition des Namens Antimer, welcher sowohl jeden einzelnen Strahl eines Strahlthieres als auch die rechte und linke Hälfte eines bilateral symmetrischen Thieres bezeichnete, wird verbessert, indem jeder Strahl ein Paramer und seine symmetrischen Hälften die Antimeren genannt werden. So hat eine gewöhnliche Meduse 4 Parameren und 8 Antimeren, und ein Seestern 5 und 10. Der Begriff der Person wird weitgehend abgeändert, nicht nur indem Haeckel die Vergleichung des Thieres mit dem pflanzlichen Sprosse zurückzieht, und indem er die Antimeren und Metameren als nothwendige Bestandtheile auslässt, sondern auch indem er die embryonale Form aller Metazoen, die Gastrula, und ihre hypothetische Urvertreterin die Gastraea, als die einfachste und älteste Form der Person annimmt. Die verschiedenen morphologischen Grade, welche die Person erreichen kann, werden in 3 Reihen classificirt:

(1.) Monaxiale¹⁾ ungegliederte Personen, d. h. einachsige und ungetheilte, ohne Antimeren und ohne Metameren z. B. Schwämme oder die niedersten Hydroiden, Gastrula etc.

(2.) Stauraxiale ungegliederte Personen, mit Antimeren aber ohne Metameren, z. B. Koralle, Meduse, Turbellarie, Trematode, Bryozoon etc.

(3.) Stauraxiale gegliederte Personen, mit Antimeren und mit Metameren, z. B. Anneliden, Arthropoden, Vertebraten.

Die Colonien der Protozoen sind blos Idorgane. Wahre Cormen, aus verbundenen Personen bestehend, können nur bei Schwämmen, Hydroiden, Siphonophoren, Corallen, Bryozoen, Tunicaten, Echinodermen vorkommen. Die scheinbaren 5 Parameren der letzteren werden als 5 hoch differenzirte, gegliederte Personen eines stark-centralisirten (fünfstrahligen) Stockes, gleich einer Wurmkolonie angesehen. Diese Cormen lassen sich weiter nach dem morphologischen Grad ihrer constituirenden Personen eintheilen. Gewöhnlich sind sie durch Knospung aus einer einzelnen Person entstanden, bei Schwämmen und Korallen bisweilen auch durch die Verschmelzung mehrerer, ursprünglich getrennter Personen oder Cormen.

Die Lehre von den verschiedenen auf einander folgenden subordinirten Ordnungen der Individualität wird von Haeckel nicht nur durch historische Kritik der Theorie abgeleitet, sondern auch in Übereinstimmung mit den wirklichen Thatsachen der Entwicklung und Abstammung gebracht, indem verschiedene Gruppen auf ihre bestimmten Kategorien zurückgeführt werden. Das übrige Problem der Tektologie, nämlich die Beziehung der morphologischen zu der physiologischen Individualität, wird endlich ausführlich erörtert. Drei Kategorien von physiologischer Individualität werden vorgeschlagen (1.) „das virtuelle Bion oder vollständige physiologische Individuum“ d. h. jede vollständig entwickelte organische Form, welche den höchsten Grad morphologischer Individualität erreicht hat, der für sie, als den Vertreter der Species, charakteristisch ist;

(2.) das „virtuelle Bion oder potentielle physiologische Individuum“, — jede unvollkommen entwickelte Form der letzteren, von dem Ei an aufwärts;

(3.) das „partielle Bion oder scheinbare physiologische Individuum“, — jeder Theil des actuellen oder virtuellen Bion, welcher

¹⁾ Für Erklärung dieser Ausdrücke vide §. 5, Promorphologie.

eine temporäre Selbständigkeit besitzt, ohne jedoch seine Species zu reproduciren. Diese letzte Kategorie hat jedoch geringere Bedeutung ¹⁾).

Die Haeckel'sche Theorie in ihrer früheren Form war von Gegenbaur und anderen Morphologen angenommen worden; in ihrer späteren Form auch von Jäger, welcher jedoch die Kategorie des Idorganes verwirft, aus dem Grunde, weil jeder natürliche Körper, der chemische Veränderungen durch seine Umgebung erleidet, mehr oder weniger in concentrische Schichten differenzirt wird. Dieser Gegenstand, besonders was Thiere betrifft, wurde neuerdings in einem grossen Werk von Perrier erörtert. Indem er von der Zelle oder Plastide ausging, nannte er eine beständige Kolonie eine „Meride“; diese bleiben entweder einzeln wie bei Sagitta und Rotifer, oder vermehren sich durch Knospung zu höheren Aggregaten, die er Zoiden nennt. Solche Zoiden können irreguläre, strahlige oder lineare Aggregate sein, von denen besonders die zwei ersten Klassen als „Demen“ bezeichnet werden. Das Organ — das Idorgan von Haeckel — wird ausgeschlossen, weil die Gewebe und Organe durch Arbeitstheilung in den anatomischen Elementen der Meriden entstehen; sie haben nur eine secundäre Individualität, „welche aufmerksam unterschieden werden sollte von der Individualität derjenigen Theile, deren direkte Gruppierung den Organismus gebildet hat, und welche von einander getrennt noch leben oder gelebt haben“. Perrier deutet ferner an, dass undifferenzirte Kolonien feststehend sind, wie die Schwämme und Korallen; während ein frei beweglicher Zustand mit der Concentration und Integration der Kolonie zu einem Individuum höherer Ordnung verbunden wird.

So weit die Theorien des Gegenstandes; eine ausführliche Kritik ist unmöglich; man muss jedoch eine synthetische und verknüpfende Anschauung suchen. Ausgehend von der Zelle als der morphologischen Einheit finden wir, dass diese homogene Aggregate in einigen Protozoen, und in der früheren Entwicklung des Eies bildet; aber Integration zu einem Ganzen sowohl als Aggregation zu einer Masse ist mit dem Begriff der Individualität wesentlich verbunden, die früheste secundäre Einheit ist daher die Gastrula oder Meride. Diese Stufe wird permanent von einer

¹⁾ Ueber Kritik dieser Theorie vide Fisch: „Aufzählung und Kritik verschiedener Ansichten über das pflanzliche Individuum“ Seite 11. Rostock 1880.

verästelten Hydra oder von einem einfachen Schwamm oder von einer Planarie vertreten. Indessen diese secundären Einheiten können auch ihrerseits Aggregate bilden, entweder irreguläre wie bei den meisten Schwämmen, oder unbestimmt verästelte, wie bei den Hydroiden und Actinozoen, oder lineare, z. B. in solchen Planarien wie *Catenula*. Indem solche Aggregate, Kolonien oder „Demen“ nur in einigen Fällen zu einer bestimmten Einheit integriert sind, wird eine Individualität dritter Ordnung nur selten erreicht, z. B. bei den verästelten Aggregaten von den Siphonophoren unter den Hydrozoen, oder von *Renilla* oder *Pennatula* unter den Actinozoen, bei den linearen Aggregaten von den höheren Würmern oder in einer noch vollkommeneren Weise von Arthropoden und Vertebraten.

Aggregate einer noch höheren Ordnung kommen nur selten vor. Solche höhere Aggregate von tertiären Einheiten werden nach der Haeckel'schen Ansicht in dem Echinoderm integriert, welches in dieser besonderen Weise eine vollkommene Individualität vierter Ordnung erreicht. Eine Kette von Salpen zeigt eine Approximation zu demselben Rang, welcher noch vollständiger von einer strahlenförmigen Gruppe von Botryllen, rings um eine centrale Cloake herum, erreicht wird; die ganze Kolonie einer solchen Ascidie vertritt das Individuum fünfter Ordnung in seiner anfänglichen und unintegrierten Stufe. Alle diese Uebergangsstufen sind natürlich leicht verständlich, und, wie Spencer bewiesen hat, unvermeidlich nach der Descendenz-Lehre. Die Gewebe und Organe aus dieser Reihe auszuschliessen ist eine nothwendige Folge. Ectoderm und Entoderm können nicht allein existiren; sowohl sie selbst als auch die Organe, zu welchen sie sich differenziren, entstehen, nach Jäger, aus der concentrischen Lamination, oder nach Perrier, aus dem Polymorphismus der Glieder der Kolonie, welche beide mit organischem und socialem Leben verbunden werden. Die Kategorie des Antimeres wird ausgelassen, weil sie wesentlich ein promorphologischer Begriff ist; denn ein Medusoid oder ein Seestern, obgleich von weit verschiedenen Ordnungen der Individualität, können in gleicher Weise in Antimeren getheilt werden. Der Ausdruck Metamer ist passend, um die secundären Einheiten eines linearen tertiären Individuums zu bezeichnen; es ist jedoch unwahrscheinlich, dass der Ausdruck „Person“ bleiben wird, nicht nur wegen seiner untrennbaren psychologischen Folgerungen, sondern auch weil der Name etwas unbestimmt für Aggregate zweiter und dritter Ordnung gebraucht

worden ist. Die Namen Colonie, Kormus oder Demus können ohne Unterschied auf Aggregate primärer, secundärer, tertiärer, quartärer Ordnung angewendet werden, welche zu einem Ganzen nicht integrirt sind, und welche nicht die vollständige Individualität der nächst-höheren Ordnung erreichen. Der Ausdruck „Zooid“ ist auch unpassend, da er den Begriff von individualisirten Organen einschliesst, und da er zusammenhängt mit der Ansicht, dass die medusoiden Gonophoren eines Hydrozoon aus den homologen Gonaden der Hydra sich entwickeln, während in der That die letztere eine rückgebildete Form des ersteren ist. Übergehend zu der pflanzlichen Welt finden wir, wie vorher, dass die Zelle die Einheit erster Ordnung ist, und dass Aggregate, welche fast jede Stufe in der allmählichen Entwicklung einer secundären Einheit vertreten, in viel grösserer Zahl als bei den Thieren vorhanden sind. Eine vollkommene Einheit zweiter Ordnung kann kaum dem Thallus zugestanden werden, welcher nach der Meinung von Spencer zu tertiären Aggregaten, nämlich den höheren Pflanzen zusammengesetzt und integrirt wird. Die embryologische Methode ist jedoch, wie bei den Thieren, vorzuziehen, indem sie grundlose Hypothesen vermeidet, und zu directen Ergebnissen führt. Eine solche secundäre Einheit wird von dem Keim der höheren Pflanzen klar dargestellt, in welchem das Zellenaggregat sogleich in Theile differenzirt und zu einem Ganzen integrirt wird. Ein solcher Keim besitzt eine Axe mit Anhängseln wie die ausgewachsene Pflanze. Aber die letzteren sind als Organe blos laterale Ausbreitungen der concentrischen Schichten, in welche der pflanzliche Embryo, wie der thierische, differenzirt wird; sie entsprechen keiner bestimmten Entwicklungsstufe und sind zu getrenntem Leben nicht fähig, und so keineswegs zu dem Namen Individuum berechtigt. Der Keim, die Knospe, der Sprössling oder die einachsige Pflanze gehören daher alle zu der zweiten Ordnung der Individualität, wie die Hydra, welcher sie gleichen. Wie die niederen Coelenteraten bilden sie grössere Aggregate dadurch aus, dass sie auf ihrer niederen Stufe der Integration sich verästeln. Aber solche Kolonien lassen sich kaum als Individuen dritter, viel weniger einer höheren Ordnung, ansehen, am wenigsten wenn man die Einheit der Behandlung der Pflanzen und Thiere nicht aufgibt, ohne welche eine philosophische Biologie verschwindet. Individualität zweiter Ordnung wird in der vollkommensten Weise von der Blüthe erreicht, welche die am höchsten differenzirte und integrirte Form einer Axe mit Anhängseln ist. Ein solcher ein-

facher Blütenstand wie eine Traube oder Dolde ist eine Annäherung zu einer Einheit dritter Ordnung; diese letztere darf einem Compositen-Blütenkopfe zugestanden werden, während ein zusammengesetzter Blütenstand derselben auf dem Wege zu einer noch höheren Stufe ist.

Wenn nun höchst wahrscheinlich eine Nomenclatur nothwendig ist, um eine klare Vorstellung zu gewinnen, lässt sie sich leicht nach dieser Ansicht aufstellen. Wenn wir ausgehen von der Einheit der ersten Ordnung, der Plastide oder Monade, und jedes undifferenzierte Aggregat als einen Demus bezeichnen, finden wir zunächst einen Monaden-Demus, welcher zu einer secundären Einheit oder Dyade sich integrirt. Diese Dyade steigt durch den Dyaden-Demus zur Triade auf. In gleicher Weise bildet sich die Triade zu Triaden-Demen, und diese differenziren sich zu Tetraden. Die Botryllus-Kolonie, mit welcher die Entwicklung der zusammengesetzten Individualität schliesst, ist ein Tetraden-Demus. Die einzeln lebende Form, ob monade, dyade, triade oder tetrade, verlangt auch einen unterscheidenden Namen, wofür Person wahrscheinlich als der passendste bleiben wird, weil diese Anwendung mit den unvermeidlichen physiologischen und psychologischen Folgerungen harmonirt. Das genealogische Individuum von Gallezio und Huxley, welches sich für alle Kategorien anwenden lässt, dürfen wir, mit Haeckel, das Ovum-Produkt oder den Ovum-Cyklus nennen; und die ganze Reihe der Formen, welche nothwendig sind, die Species zu vertreten, nennen wir Species-Cyklus (— obgleich dieser mit dem ersteren zusammentrifft, ausser in den Fällen, wo die Geschlechter getrennt sind oder Polymorphismus vorkommt —). Für einen so eigenthümlichen Fall wie Diplozoon paradoxum, in welchem zwei getrennte Formen derselben Art sich fest vereinigen, und noch mehr für eine solche heterogene Individualität als die der Flechten, in welcher eine zusammengesetzte Einheit aus der Vereinigung von zwei ganz verschiedenen Formen — Pilzen und Algen — entsteht, werden vielleicht noch fernere Kategorien und Ausdrücke erforderlich werden ¹⁾).

§. 5. Promorphologie.

Wie der Physiolog immer versucht, die Phänomene der Function nach mechanischen, physischen und chemischen Gesetzen zu

¹⁾ Vide Haeckel, Gen. Morph. I; Kalkschwämme I; und Jena. Zeitschrift X; Sachs, Geschichte d. Botanik; Fisch, Aufzählung und Kritik; Perrier, Les Colonies Animales, 1882.

erklären, so ist der Morpholog geneigt, zu fragen, ob organische sowohl als mineralische Formen nicht durch ein einfaches mathematisches Gesetz ihre Erklärung finden können. Und wie der Krystallograph eine ideale, mathematische Form aus einem unvollkommenen oder zerbrochenen Krystall construirt, so hat auch der Morpholog oft versucht, die complicirten gekrümmten Oberflächen der organischen Wesen auf einen bestimmten mathematischen Ausdruck zurückzuführen¹⁾. Canon Moseley (Phil. Trans. 1838) hat durch Messung und mathematische Analyse bewiesen, dass die gekrümmte Oberfläche irgend einer kreiselförmigen oder discoiden Schnecke betrachtet werden kann als entstanden durch die Drehung einer Kurve, um die Axe derselben, welche immer ihre Ausdehnung nach dem Gesetz der logarithmischen Spirale variirte. Für Goodsir erschien diese logarithmische Spirale, jetzt auf seinem Grabstein gemeißelt, als ein fundamentaler Ausdruck organischer Krümmung und die Dämmerung einer neuen Epoche in der Naturwissenschaft, nämlich die der mathematischen Untersuchung organischer Formen. Seine sorgfältigen Messungen von Organen, und sogar von Zellen, schienen bald das Dreieck, bald das Tetraeder als die fundamentale Form zu ergeben. Aber solche scheinbare Ergebnisse, welche der Naturphilosophie ähnlicher waren, als der echten Mathematik, konnten nur dazu dienen, fernere Nachforschung und Theilnahme abzuschrecken. So finden wir, dass sogar die besten Lehrbücher über Botanik und Zoologie diesen Gegenstand verlassen und sich begnügen, die einfachen geometrischen Grundformen der Krystalle den vielfach gekrümmten und complicirten Linien und Flächen der Organismen gegenüber zu stellen.

Es sind aber andere Betrachtungen, welche zu einem mathematischen Begriff der organischen Form führen, die nämlich der Symmetrie und der Regelmässigkeit. Diese sind jedoch im allgemeinen nur wenig behandelt worden, indem die Botaniker seit Schleiden sich begnügen, die Organismen in drei Gruppen zu theilen, (1) absolut irreguläre, (2) reguläre und strahlenförmige, (3) bilateral-symmetrische oder zygomorphische. Die letzteren lassen sich in zwei Hälften nur durch eine einzige Ebene zerlegen, die

¹⁾ Die Wissenschaften der organischen und mineralischen Form werden so (wie Haeckel andeutet) durchaus analog werden. Wie die Promorphologie die Krystallographie der organischen Form entwickelt, so wird die Mineralogie im Studium solcher Erscheinungen wie die des Pseudomorphismus oder der Mineral-Entwicklung der organisirten Morphologie parallel.

zweiten durch zwei oder mehr Ebenen, die ersten gar nicht. Burmeister und noch mehr Bronn führten die fundamentale Verbesserung ein, die mathematischen Formen nicht nach ihren Oberflächen, sondern nach ihren Axen und Polen zu definieren, und Haeckel hat den Gegenstand ausgearbeitet mit einer Ausführlichkeit der Einzelheiten und der Nomenclatur, welche unglücklicherweise ihr Studium und ihre Annahme gehindert zu haben scheint. Wir wollen die hauptsächlichsten Ergebnisse nach Haeckel, mit geringen Modificationen nach Jäger (Lehrb. d. Zool. I. 283) hier kurz darstellen.

Grundriss des promorphologischen Systems von Haeckel.

A. Anaxonia. Axenlose Formen und daher mit absolut irregulärer Grundform, z. B. Amöben und viele Schwämme.

B. Axonia. Formen mit bestimmten Axen.

I. Homaxonia. Alle Axen gleich.

(a) Kugeln, mit einer unbestimmten Anzahl gleicher Axen durch den Mittelpunkt der Kugel z. B. Sphaerözoum, Volvox.

(b) Endophasische Polyeder, mit einer bestimmten Anzahl gleicher Axen.

Diese Formen finden sich nicht selten in der Natur realisiert, z. B. bei vielen Radiolarien, Pollenkörnern, und sie lassen sich weiter nach der Zahl und der Regelmässigkeit der Flächen classificieren.

II. Protaxonia. Alle Theile nehmen gegen eine Hauptaxe eine bestimmte Lage ein.

(1) Monaxonia, mit nicht mehr als einer bestimmten Axe. Hierher gehören (a) die gleichpoligen z. B. Sphaeroid (Coccodiscus), oder Cylinder (Pyrosoma), (b) die ungleichpoligen z. B. Kegel (Conulina), oder Ei (Ovulina).

(2) Stauraxonia, in denen neben der Hauptaxe eine bestimmte Zahl secundärer, auf der ersten senkrechter Axen zu unterscheiden sind, und deren stereometrische Grundform eine Pyramide ist.

Auch hier kann man unterscheiden

(a) die Gleichpoligen, Stauraxonia homopola, in denen die stereometrische Grundform eine Doppelpyramide ist.

- (b) Die ungleichpoligen, *Stauraxonia heteropola*, in denen die stereometrische Grundform die einfache Pyramide ist, und in denen wir einen basalen, gewöhnlich oralen Pol unterscheiden, und einen apicalen, aboralen oder analen Pol. Die Basen können entweder reguläre oder irreguläre Polygone bilden, und so natürlich entsteht eine weitere Classification in Homostauren und Heterostauren.

Die einfachere Formengruppe, die Homostauren, können entweder mit gerader oder ungerader Seitenanzahl vorkommen, und so haben wir bei den Homostauren geradzahlsseitige und ungeradzahlsseitige, einfache oder doppelte Pyramiden. In denen mit gerader Seitenzahl, z. B. Medusen, sind die perradialen und interradialen Axen gleichpolig; während in denen mit ungerader Seitenzahl, z. B. den Echinodermen, jede Kreuzaxe zur Hälfte aus einem Perradius, zur Hälfte aus einem Interradius besteht. Zu der Gruppe der regulären doppelten Pyramiden gehört z. B. das zwölfseitige Pollenkorn der *Passiflora* mit der stereometrischen Grundform des hexagonalen Systemes, dem Hexagonal-Dodecaeder. Als Beispiele von den regulären Pyramiden mit gerader Seitenzahl (*Heteropola homostaura*) finden wir *Alcyonium* mit 8 Seiten, *Geryonia* mit 6, und *Aurelia* mit 4; während diejenigen mit ungerader Seitenzahl durch die fünfseitigen Ophiuren und Primeln, oder die dreiseitigen Liliaceen und Juncaceen repräsentirt werden.

In der höchsten und am meisten differencirten Gruppe, den Heterostauren, ist das basale Polygon nicht mehr regulär, sondern amphitheet (*αμφι θηκτος*), d. h. zweisehnidig. Ein solches Polygon hat eine gerade Seitenanzahl, und lässt sich symmetrisch halbiren durch jede von zwei auf einander senkrechten Ebenen, welche das ganze Polygon in vier congruente Polygone zerlegen. Die längere Axe können wir lateral nennen, die kürzere sagittal oder dorso-ventral, und diese zwei mit der Hauptaxe zusammen entsprechen immer den drei Dimensionen des Raumes. Ctenophoren sind Beispiele der achtseitigen, einige Madreporen der sechsseitigen, und Cruciferen, einige Medusen, und Cestoden der vierseitigen, amphitheeten Pyramide.

In diesen Grundformen sind die dorso-ventralen und lateralen Axen gleichpolig, und wie in den vorhergehenden Monaxonien und Stauraxonien wird das Centrum des Körpers von einer Linie bestimmt, sie werden desshalb *Centraxonia* genannt, wäh-

rend die Homaxonia, welche von einem Mittelpunkt bestimmt werden, Centrostigma genannt werden. Hiervon verschieden sind die complicirtesten Formen, in welchen die Pole wenigstens der dorsoventralen Axe ungleich sind, und in welchen der Körper nicht in Beziehung auf eine Linie, sondern auf eine mediane Ebene bestimmt wird. Diese werden darum Centrepipeda oder Zeugiten genannt. Ihre Grundform ist ein Polygon mit gerader Seitenzahl, welches sich nur in zwei symmetrische Hälften durch die eine mediane Ebene zerlegen lässt. Indem diese Grundform in der That die Hälfte einer amphithecten Pyramide mit der doppelten Seitenanzahl ist, wird sie folgerichtig eine halbe amphithecte Pyramide genannt.

Die ganze amphithecte Pyramide lässt sich am besten vorstellen durch die Verdoppelung dieser Grundform, wie in einem Spiegel. Man findet zwei Formen von halben amphithecten Pyramiden, von Haeckel Amphipleura und Zygopleura genannt; die ersteren umfassen die „bilateral-symmetrischen“ oder irregulären radiären Formen früherer Forscher, z. B. Spatangus, Viola, Orchis; die Zygopleura umfassen die im engsten Sinn bilateral-symmetrischen Formen, in welchen nicht mehr als zwei radiale Ebenen, und diese auf einander senkrecht, vorhanden sind; ihre stereometrische Grundform ist eine halb-rhombische Pyramide, und sie werden von Haeckel weiter nach der Zahl der Antimeren in Tetrapleura und Dipleura getheilt.

Die Promorphologie hat so gezeigt, dass das herrschende Dogma des fundamentalen Unterschieds zwischen organischen und mineralischen Formen falsch ist, und dass eine Krystallographie der organischen Formen möglich ist; die Form der Zelle oder des Zellenaggregates unterscheidet sich von dem Krystall bloss durch den mehr oder weniger flüssigen oder weichen Aggregatzustand, sowie durch ihre erblichen Eigenschaften; und ihre grössere Anpassung an die Umgebung. Die Classification in bilaterale und radiale Formen, welche gewöhnlich an der Stelle genauer promorphologischer Begriffe steht, muss aufgegeben werden, indem sie wesentlich verschiedene Formen verwechselt, oder wenigstens die Namen müssen streng beschränkt werden, z. B. der Name radial auf reguläre und doppelte Pyramiden, und bilateral auf die Centrepipeda, und zwar vielleicht auf die dipleuren Formen. Ebenso müssen die topographischen und relativen Ausdrücke vorn und hinten, oben und unten, horizontal und vertical, durch Ausdrücke, welche wir oben auf die Axen und Pole anwendeten —

nämlich oral und oboral, dorsal und ventral, sagittal und lateral, rechts und links, ersetzt werden.

§. 6. Natur der morphologischen Veränderungen.

Nachdem die hauptsächlichsten Formen der organischen Struktur analysirt und classificirt worden sind, und ihre Individualitätsstufe bestimmt, erhebt sich zunächst die Frage, durch welche morphologische Veränderungen diese Formen entstanden sind, und in was für Kategorieen diese Arten der Differenzirung sich gruppiren lassen. Beim ersten Anblick scheinen die Arten der Entstehung unzählbar, doch in der That sind es nur wenige. Goethe hat sie etwas unbestimmt für die Blüthe als aufsteigende und absteigende Metamorphose, Ausdehnung und Zusammenziehung der Organe u. s. w. verallgemeinert; aber eine sorgfältige Aufzählung zu geben, scheint zuerst Auguste de St. Hilaire versucht zu haben, welcher Missbildungen, Zusammenwachsungen, Uebermass oder „dédoublement“, Metamorphose und Umstellung der Organe erkannte. Spätere Forscher haben den Gegenstand in verschiedenen Weisen behandelt; z. B. Asa Gray zählte als Modificationen der Blüthe auf: Verwachsung, Zusammenwachsung, Unregelmässigkeit, Verkümmern, Nonalternation oder Anteposition, Vermehrung, Enation, abnormes Wachsthum der Axe, und andere morphologische Modificationen bei der Befruchtung. Diese sind offenbar zu zahlreich, wie am besten durch eine einzige Vergleichung mit der Ansicht eines Zoologischen Morphologen gezeigt werden kann. So erkennt Huxley in seiner Classification der Vertebraten nur drei Processe der Modificationen an, nicht nur in der Entwicklung der Equiden, sondern auch in der individuellen Entwicklung der Thiere im Allgemeinen, nämlich (1.) Uebermass in der Entwicklung von einigen Theilen im Verhältniss zu anderen, (2.) theilweise oder völlige Unterdrückung einiger Theile, (3.) Verwachsung von ursprünglich distincten Theilen. Es ist wahrscheinlich, dass dieses dreifache Gesetz der Entwicklung alle bekannten Fälle der Veränderung einschliesst, sogar in der Blüthe; z. B. Choris und Peloria können als besondere Formen von übermässigem Wachsthum angesehen werden; Umstellung ist wahrscheinlich in allen Fällen nur scheinbar und in Wirklichkeit durch Adhaesion oder Verwachsung erklärbar ¹⁾. —

¹⁾ Vide de St. Hilaire. Morphologie; Asa Gray, Manual of Botany Seite 179 (1858); Huxley, Proceedings of the Zoological Society Seite 619. London, 1880.

§. 7. Natur der morphologischen Ähnlichkeit. — Kategorien der Homologie.

Alle die Schritte anzudeuten, wodurch der Begriff der morphologischen von dem der physiologischen Ähnlichkeit unterschieden worden ist, hiesse die ganze Geschichte der Morphologie behandeln. Es muss hier genügen, die Terminologie des Gegenstandes zu erläutern, welche, wie immer in solchem Fall, nicht nur als ein Anzeiger, sondern auch als ein Mittel des Fortschrittes gedient hat. Die Ausdrücke Homologie und Analogie wurden allmählich darauf beschränkt, die zwei erwähnten distincten Ähnlichkeiten zu bezeichnen, und sie wurden endlich festgestellt und klar definiert von Owen im Jahre 1843, indem er sagte, dass „dieselben Organe an verschiedenen Thieren unter jeder Veränderung der Form und Function homolog sind, z. B. die Vorderbeine des *Draco volans* und die Flügel der Vögel; und dass ein Theil oder Organ an einem Thier, welches dieselbe Funktion wie ein anderer Theil oder ein anderes Organ an einem anderen Thier hat, sein Analogon ist, z. B. die Flughaut des *Draco* und die Flügel der Vögel.“ Ferner unterschied er drei Arten der Homologie: 1) specielle Homologie, „welche schon vorher definiert wurde, nämlich die Correspondenz eines Theiles oder Organes in Bezug auf seine relative Stellung und Verwandtschaft mit einem Theil oder Organ in einem anderen Thier, z. B. des Basilar Process des menschlichen Occipital-Knochens mit dem Basi-Occipitale der Fische, diese Homologie zeigt, dass die Thiere nach einem gemeinschaftlichen Typus gebaut sind. 2) Generelle Homologie ist das höhere Verhältniss, in welchem ein Theil oder eine Reihe von Theilen zu dem fundamentalen oder allgemeinen Typus steht, wie der vorerwähnte menschliche Knochen und das Centrum des letzten kranialen Wirbels; die Bestimmung dieser Homologie verlangt eine Erkenntniss des Typus, nach dem die betrachtete Gruppe aufgebaut ist. 3) Seriale Homologie ist das vertretende oder repetirende Verhältniss der Segmente desselben Skeletes; z. B. das Basi-Sphenoid und und Basi-Occipitale sind Homotypen; diese Homologie wird nachgewiesen, nachdem die generellen und speciellen Homologien bestimmt worden sind.“ Diese Ausdrücke wurden nun zwar von den Naturforschern angenommen, aber das Kriterium der Analogie und Homologie fing an, für Agassiz und andere Embryologen eine Beziehung sowohl zur Entwicklungsgeschichte als zur vergleichenden Anatomie zu haben. Das ideale Urbild wurde auch immer

weniger erwähnt. Abschend von den Erörterungen von Agassiz und Bronn, kommen wir zunächst zu Haeckel, welcher den letzteren kritisirt und seine Forschungen zum Theil angenommen hat. Haeckel stellte die seriale unter die generelle Homologie, und stellte Kategorien der Homologie auf, welche theilweise denen der Individualität entsprechen: 1) Homotypie, — der Antimeren, und daher von der Homotypie von Owen abweichend; 2) Homodynamie, — der Metameren; 3) Homonomie der auf Queraxen liegenden Theile. Ferner hat er specielle Homologie in Bezug auf die Identität der embryonischen Entstehung bestimmt. Dieses letzte Verhältniss wurde im Jahre 1870 von Ray Lankester betont, welcher Homologie in die zwei Kategorien Homogenie und Homoplasie eintheilt. Durch die erstere, Homogenie, bezeichnete er die durch gemeinschaftliche Abstammung bedingte Ähnlichkeit. Durch die zweite, Homoplasie, bezeichnete er eine Ähnlichkeit der Stellung und Struktur, welche später Theilen eigen wird, die im embryonalen Zustand verschieden sind. So ist das Vorderbein eines Säugethieres mit dem eines Vogels homogen, aber die rechte und linke Herzkammer beider sind nur homoplastisch, indem sie von einander unabhängig seit der Abzweigung der zwei Gruppen von einer einherzkammerigen Stammform in Folge der Ähnlichkeit der physiologischen Bedürfnisse entstanden sind. Mivart schlug vor, Homologie als einen allgemeinen Ausdruck zu behalten und stellte zwei Unterabtheilungen, Homogenie und Homoplasie auf; er arbeitete die Analyse mit der grössten Ausführlichkeit aus, indem er zuerst 25 und später 15 Arten der Ähnlichkeit unterschied: 1) Theile nur in Funktion gleich, z. B. Beine der Eidechse und des Hummers; 2) Theile gleich sowohl in Funktion als auch in relativer Stellung, z. B. Flügel der Fledermaus und des Vogels; 3) Theile gemeinschaftlicher Abstammung, z. B. Vorderbein des Pferdes und des Rhinoceros; 4) Theile ähnlicher embryonaler Entstehung, was auch ihre ursprünglichen Verhältnisse in der Stammesgeschichte sein mögen, z. B. Occipital-Knochen von Panther und Barsch; 5) Theile ungleicher embryonischer Entstehung, was auch ihre Verhältnisse in der Stammesgeschichte sein mögen, z. B. Beine der Dipteren; 6) 7) 8) 9) 10) lateral, vertical, serial, antero-posterior, radial homologe Theile; 11) untergeordnete seriale Homologa, z. B. Glieder der Antennen; 12) 13) secundäre und tertiäre untergeordnete seriale Homologien; 14) 15) specielle und generelle Homologien in Owens Sinne. In seiner Monographie der Kalkschwämme schlug Haeckel vor, die wirkliche phylogene-

tische Homologie im Gegensatz zur Homomorphie, welcher die genealogische Basis fehlt, Homophylie zu nennen. Zuletzt hat Jhering eine Wiederholung der Ansicht von Lankester veröffentlicht.

In dieser Erörterung wie in der der Individualität ist es offenbar, dass wir es mit zahlreichen Eintheilungen zu thun haben, in denen sich logische Principien durchkreuzen. Obgleich dieselben ohne Zweifel dem complicirten Gewebe der Verhältnisse in der Natur entsprechen, verlangen sie doch eine logische Auflösung. So müssen wir die Analogie functioneller Thätigkeit bei Seite setzen, sowie die damit verbundene Gleichförmigkeit der äusseren Gestalt oder geometrischen Grundform, z. B. bei Fischen und Cetaceen, Hydrozoen und Bryozoen, und anderen mimetischen Organismen; und doch ziehen diese, wie unser historischer Überblick zeigte, zuerst die Aufmerksamkeit auf sich. Aber in der That fallen diese homoplastischen oder homomorphischen Formen, wie Haeckel gezeigt hat, ebenso gut in das Gebiet des Promorphologen, wie isomorphische Krystalle in das Gebiet seines anorganischen Kollegen, des Krystallographen. Hier sollten auch „radiale“, „verticale“, „laterale“ Homologien, „Homotypie der Antimeren“, und alle Fragen der Symmetrie behandelt werden, wofür die Haeckel'sche Nomenclatur, homaxon, homopolisch u. s. w. besonders vorzuziehen ist.

Auf dem Gebiete der Tektologie oder Morphologie im gewöhnlichen Sinne können wir zunächst untersuchen, ob zwei Organismen von derselben Kategorie der Individualität, d. h. homokategorisch sind; und in diese seriale Homologie würde als eine Unterabtheilung kommen z. B. die Ähnlichkeit zwischen den Einheiten oder den Theilen der Einheiten eines linearen ‚Dyaden-Demus‘. Gemäss einem dritten Standpunkt, dem des Embryologen, verfolgen wir die Entwicklung jedes multicellularen Organismus 1) von den Keimschichten und Systemen, in welche die secundäre Einheit (sei es Gastrula oder Pflanzenkeim) sich differencirt; 2) von einem Monaden-Demus oder von einer Einheit niederer Ordnung der Individualität. Die Theile oder Einheiten, welche in ontogenetischer Untersuchung der Reihe nach als homodermisch, homosystemisch, homodemisch erkannt worden sind, lassen sich dann passend, nach den Ausdrücken phylogenetischer Theorie, „speciell-homologisch“, „homogenisch“, „homophyletisch“, „homogenetisch“ bezeichnen. Diese drei Hauptklassen der morphologischen Correspondenz — promorphologisch, tektologisch und embryologisch — mögen oder mögen nicht zusammenfallen. Aber die vollkommenste

Homologie, in welcher alle Arten der Ähnlichkeit sich vereinigen, und von welcher sie sich differenciren, ergiebt die Zellenlehre und ihre wichtigste Consequenz, dass das Ei überall eine einfache Zelle ist; Agassiz hat sie nicht mit Unrecht die „grösste Entdeckung in der modernen Biologie“ genannt¹⁾.

§. 8. Taxonomische Ergebnisse.

Der Fortschritt und die Modification der Classificationen, welche jedem morphologischen Fortschritt folgt, sind schon oben erwähnt worden. Die Taxonomie steht niemals ganz auf gleicher Stufe mit der morphologischen Erkenntniss. Dass sie viel Verbesserung in der Gegenwart verlangt, ist unstreitig. Obgleich das Dogma der Constanz der Arten nicht mehr behauptet wird, so dauern doch seine Erfolge fort, und vielleicht die Mehrzahl der Gruppen braucht noch monographisch ausgearbeitet zu werden in dem verallgemeinernden Geist, mit dem Haeckel die Kalkschwämme behandelt hat, oder Carpenter, Parker und Brady die Foraminiferen. Die Vereinigung der Protophyten und Protozoen in den Protisten (eine Verallgemeinerung, welche weitere Untersuchungen beständig befestigen) schliesst das endliche Verlassen der mittelalterlichen Erdichtung von den drei Reichen der Natur ein; die Erneuerung der „Organisata“ von Linné. Auch physiologische Vorurtheile sind noch nicht ganz ausgeschlossen, so z. B. die fortwährenden Versuche, Animalia und Vegetabilia durch physiologische Merkmale (welche, selbst wenn sie in sich gültig wären, unanwendbar sein würden) zu trennen. Eine strenge morphologische Richtschnur muss bei der Konstruktion der Classificationen und der Stammbäume angewendet werden. Organismen sind „höher“ und „niedriger“ nicht nach den Stufen ihrer Entwicklung in Schönheit oder Verstand, sondern (wie Huxley am deutlichsten gezeigt hat) nach ihrem Grade der morphologischen Differencirung durch Übermass, Unterdrückung oder Verwachsung. So muss die oberste Stellung des Menschen in der Classification aufgegeben werden, weil die Primates nur eine der weniger specialisirten, d. h. der niederen Ordnungen der Säugethiere sind, und die Säugethiere selbst im grossen Ganzen bestimmt weniger specialisirt als die Vögel, oder vielleicht sogar die höheren Repti-

¹⁾ Für Bibliographie vide Ray Rankester. *Annals and Magazine of Natural History* 1870.

lien. Die morphologische Bedeutung der Pflanzenwelt sinkt, wenn sie nach einem solchen Richtmass gemessen wird. Die Cormophyten sind alle nichts mehr als eine Axe mit Anhängseln und als solche vergleichbar nicht mit der ganzen thierischen Reihe, sondern nur mit jener Gruppe, welche homomorphisch oder vielmehr isomorphisch ist, indem sie auch auf eine Axe mit Anhängseln sich zurückführen lässt. Eine solche Gruppe finden wir in den Hydromedusen vor, aus denen wir im Geist alle die speciellen Differencirungen der pflanzlichen Welt uns ausbilden können, indem ein einziges Genus wie *Clava* oder *Tubularia* einen Ausgangspunkt für zahllose „natürliche Ordnungen“ liefert.

§. 9. Verhältniss der Morphologie zur Physiologie.

Obgleich die reine Morphologie bloss die Gesetze der Structur untersucht und die Begriffe des Lebens, der Umgebung und der Funktion streng entfernt, ist es doch wahr, dass ihre Untersuchungen, wenn sie immer von physiologischen Betrachtungen ferngehalten werden, unvollkommen und ihre Resultate unerklärbar, wenn nicht fast trügerisch sein werden. Und so tief auch Jemand durch oberflächliche und Anpassungs-Merkmale hindurch zu einem permanenten und fundamentalen morphologischen Typus vordringt, so ist diese Form selbst nur eine frühere Anpassung und zeigt die verschwindenden Spuren einer noch früheren Anpassung. Dagegen die oberflächlichst angepassten Eigenschaften, wenn sie auf zahlreiche, abweichende Nachkommen übertragen werden, können eine hohe morphologische Wichtigkeit erreichen. Ein Organismus morphologisch betrachtet ist bloss statisch und wird, wie ein Wirbel oder Strudel nur dann recht verständlich, wenn er in seinen dynamischen Verhältnissen betrachtet wird. Und, obgleich die Darlegung der Einheit der Structur in der organischen Welt an sich ein grosses Ergebniss ist, so wird doch hierdurch das Verlangen nach einer tieferen Erklärung der Form in Bezug auf die Funktion und Umgebung nur um so dringender gemacht. Wir können ein Beispiel aus der Botanik geben. So erklärt Airy schön die Erscheinungen der Phyllotaxis als Anpassungen an das Leben der Knospe. Oder in dem Fall einer gewöhnlichen Blüthe, z. B. der Taubnessel, werden alle Einzelheiten der Form von dem Systematiker mit gleicher Ausführlichkeit beschrieben, ein Verfahren, welches abgesehen von specifischer Identification keinen weiteren Werth hat. Aber diese Einzelheiten erhalten eine andere Behandlung von den zwei verschiedenen Standpunkten des Morphologen

und des Physiologen. Der letztere, für welchen die Form nur so weit wichtig ist, als sie die Funktionen erklärt, zeigt wie der zähe, bleibende Kelch ein Schutz gegen verschiedene Gefahren ist, wie die Blumenkrone als Lockmittel für die befruchtenden Bienen dient, welche in ihrer Unterlippe eine Landungsstelle, und in jedem seitlichen Nebenlappen eine Stütze finden, während die Oberlippe zugleich den Pollen gegen Regen schützt und die Krümmung der Staubgefäße verursacht. Und ferner diese Krümmung der Staubgefäße mit ihrer Zwei-Mächtigkeit und Mittel-Lage, und das Vorhandensein von zwei längs aufgehängten Staubbeuteln sind alles Anpassungen, um mit Hilfe des haarigen Rückens einer Biene die ähnlich gestellte Narbe einer anderen Blüthe zu treffen u. s. w. Der Morpholog dagegen analysirt den Kelch in seine fünf ihn bildenden Blätter, führt die Blumenkrone auf einen regelmässigen fünftheiligen Typus zurück, bestimmt die Stellung der vier Staubgefäße und behauptet den Verlust eines weiter zurückgelegenen fünften, findet, dass der Fruchtknoten ursprünglich zweiblättrig ist u. s. w. In dieser Weise erreicht er eine schematische Vorstellung nicht von einem architypischen Urbild, sondern von einer wirklichen Stammform. Aber diese Grundform selbst regt eine neue Reihe von Betrachtungen, sowohl morphologische als physiologische an; es kommt nun die Entstehung einer ursprünglichen Blüthe aus einem farnähnlichen Cryptogam in Betracht, dessen Laubblätter, Hüllen der sporen-tragenden Blätter, Micro- und Macro-sporangioophoren in aufsteigender Folge differencirt wurden; dessen Microsporen, jedenfalls durch die Vermittlung eines sporen-fressenden Insectes, auf dem Makrosporangium anstatt auf dem Boden gekeimt hatten; und an welchem durch die gleichzeitige Entwicklung der Blütenfarben, welche schon bei den Thallophyten auftreten, diese bedeutende Veränderung (offenbar vortheilhaft, indem sie die Fertilisation sicherer und sparsamer macht), bis zur Constanz befestigt wurde. So hat der Morpholog, obgleich er Betrachtungen der Teleologie und Funktion von seinen anatomischen Untersuchungen ausschliesst, doch ein physiologisches Ideal, und kommt früher oder später zu einer neuen Reihe von Fragen, nämlich denen nach der gegenseitigen Abhängigkeit der Struktur und der Funktion. Milne Edwards' Gesetz der physiologischen Arbeitstheilung, Dohrn's Grundsatz des Funktionswechsels, die Theorien von Claude Bernard, Spencer und Haeckel, solche experimentelle Untersuchungen wie die Sempers, in welchen Thiere speciellen Modificationen ihrer Umgebung unterworfen werden und

dergl., sind alle Beiträge zu dieser neuesten und höchst entwickelten Abtheilung der Morphologie. Solche Ideen werden sogar in dem Studium der cellularen Morphologie angewendet. So hat Spencer das Verhältniss der Zellformen zu ihren Umgebungen bewiesen und James hat geistvoll das Entstehen der Zelltheilung durch das schnelle Zunehmen der Masse im Verhältniss zur Oberfläche, welches das Wachsthum eines festen Körpers herbeiführt, und die verhältnissmässig grössere Schwierigkeit der Ernährung erklärt; und der Verfasser hat versucht, die Formen von freien und vereinigten Zellen als die Differencirungen eines (protomyxoiden) Cyclus zu erklären, in welchem die Veränderungen der Funktions-thätigkeit mit der Annahme passender Formen verbunden worden sind, indem die ganze Reihe der Veränderungen auf den veränderten Eigenschaften des Protoplasmas unter den Variationen der Kraftlieferung von der Umgebung abhängt. Rauber, His und andere haben sogar versucht, embryologische Phänomene nach den Gesetzen des einfachsten Zellenmechanismus zu erklären, aber bis jetzt sind solche Theorien etwas unvollkommen ¹⁾).

§. 10. Orientirung und Abtheilungen der Morphologie.

Die Stellung der Morphologie in der Klassifikation der Wissenschaften und die passendste Eintheilung lassen sich nicht in diesem beschränkten Raum erörtern. Ueber die letztere Frage wird besonders gestritten. Die Ansicht, welche wir angenommen haben, welche unter Morphologie die ganze statische Anschauung der organischen Welt einschliesst, ist die von Haeckel, Spencer, Huxley und den meisten heutigen zoologischen Morphologen, aber die Botaniker brauchen den Ausdruck oft noch in seinem früheren und engeren Sinne ²⁾).

¹⁾ Herbert, Spencer, Principles of Biology 1866.

Haeckel, Generelle Morphologie 1866.

Claude Bernard, Phénomènes de la vie etc. 1870.

Semper, Thierisches Leben (1880).

James, Edin. Med. Journal. (1883).

Geddes, Zoolog. Anzeiger (1883).

Rauber, Morph. Jahrb. VI; 1880.

Haeckel, Kalkschwämme 1872; I, Seite 481.

²⁾ Haeckel, Generelle Morphologie I. Einleitung; 1866.

Comte, Philos. Positive. III (1851—1854).

Spencer, Principles of Biology I;

Gegenbaur, Vergleichende Anatomie, 1874.

Asa Gray, Manual of Botany 1872.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: [NF_11](#)

Autor(en)/Author(s): Geddes Patrick

Artikel/Article: [Entwicklung und Aufgabe der Morphologie. 1-39](#)