WESEN UND AUFGABE DER BIOSYSTEMATIK IN ONTOLOGISCHER BELEUCHTUNG

Von Wilhelm Troll und Anneliese Meister

Inhaltsübersicht

Einleitung
1. Kapitel. *Das Ordnungsproblem*
§ 1. Nominalismus und Realismus
§ 2. Nominalistische und realistische Auffassung der systematischen Kategorien
§ 3. Natürliche und künstliche Systeme
2. Kapitel. *Die typologischen Grundlagen der natürlichen Systematik*
§ 1. Wesen des Typus
§ 2. Das Prinzip der variablen Proportionen
§ 3. Plastizität der Gestaltung
§ 4. Das Phänomen der typologischen Gradation
§ 5. Die Bedeutung der Typologie für die Systematik
3. Kapitel. *Das phylogenetische System*
§ 1. Begriff des phylogenetischen Systems
§ 2. Welches Ordnungsprinzip liegt dem phylogenetischen System zugrunde?
§ 3. Der Verlauf der phylogenetischen Entwicklung
§ 4. Verhältnis von Phylogenetik und Systematik
Schluß. *Zukunft der Systematik*
Literaturverzeichnis

Einleitung

Eine Antwort auf die Frage nach Sinn und Bedeutung der biologischen, insbesondere der botanischen Systematik erhalten wir in erster Annäherung, wenn wir daran erinnern, daß sie zunächst dem rein praktischen Ziel zu dienen hat, eine Uebersicht über die Formenmannigfaltigkeit der Organismen, in unserem Falle des Pflanzenreiches, zu ermöglichen (*v. Wettstein* 1932; auch *R. Mansfeld* 1949 u. a.). Man bezeichnet diese analytisch-deskriptive Richtung der biologischen Systematik als Phyto- bzw. Zoographie. Freilich, manche Autoren möchten selbst heute noch die Arbeit des Systematikers auf diese „praktische" Tätigkeit beschränkt wissen. Man höre hierzu etwa *Zimmermann* (1930, S. 425): „Die Systematik (Taxonomie) ist heute nach ihren Aufgaben in allererster Linie eine *praktische* Wissenschaft. Das kann auch gerade im Interesse der Systematik nicht scharf genug betont werden." Aehnlich äußert sich *Pütter* (1923, S. 23): „Ihre (der Systematik) Aufgabe im engsten Sinne, die uns ihr Wesen am besten erkennen läßt, ist erfüllt, wenn sie ein vollständiges In-

ventar aller Arten lebender Wesen aufgestellt und so ausgebaut hat, daß jede Art eindeutig gekennzeichnet ist, so daß sie jederzeit wiedererkannt werden kann. Die Merkmale, die zum Erkennen der Arten benutzt werden, können nach ganz äußerlichen Gesichtspunkten gewählt werden, daß sie eine möglichst rasche und sichere Bestimmung der einzelnen Art ermöglichen."

Indes ist mit solchen Aufassungen das *Wesen* der biologischen Systematik nicht etwa *er*kannt, sondern in recht grober Weise *ver*kannt. Mit phyto- oder zoographischen Bemühungen ist zwar eine wichtige Voraussetzung für die Arbeit des Systematikers geschaffen; diese selbst aber hat damit noch gar nicht eigentlich begonnen. Sie setzt vielmehr erst mit der Frage nach der die Mannigfaltigkeit der Organismen beherrschenden *Ordnung* ein. Hierin liegt das Grundproblem aller biologischen Systematik (und wie sich zeigen wird, nicht nur dieser) beschlossen, wie schon in der von *A. P. Decandolle* (1814, S. 28) herrührenden, heute weithin üblich gewordenen Bezeichnung „Ordnungslehre" *(Taxonomie)* für Systematik zum Ausdruck kommt.

Alle Systematik gründet sich auf die Einteilung der empirischen Formenmannigfaltigkeit in kleinere und größere Einheiten, die unter dem Namen der *systematischen Kategorien* bekannt sind. Sie stehen zueinander in einem bestimmten Subordinationsverhältnis, so zwar, daß die höheren Kategorien solche von niedrigerem Rang umfassen bis herab zu den Arten, die gleichsam die Basis des gesamten Systems darstellen. Es sind die niederen Kategorien in die jeweils höheren gleichsam eingeschachtelt. Man kann deshalb nach dem Vorgange *Trolls* (1949, S. 13) von einer *„enkaptischen Struktur"* des Systems sprechen oder auch von einem hierarchischen Aufbau. Diese nach hierarchischen Gesichtspunkten vorgehende Einteilung, meist als *Klassifikation* bezeichnet, ist zunächst natürlich nützlich für die praktische Orientierung, was *Linné* (1755, S. 98) mit den Worten zum Ausdruck brachte: „Filum ariadneum Botanices est systema, sine quo Chaos est Res herbaria."

Erschöpft sich aber die Bedeutung der Systematik darin? Mit dieser Frage sind wir abermals auf das Ordnungsproblem verwiesen, dessen Behandlung wir uns in erster Linie zuwenden wollen. Denn so werden wir unmittelbar in die Lage versetzt, die Problematik der Taxonomie von Grund aus aufzurollen, was deshalb nötig ist, weil sich seit längerem in zunehmendem Maße Tendenzen geltend machen, die ihren Bestand als legitimen Wissenszweig von innen her bedrohen. Ihnen kann nur durch eine weitgespannte, an der Ontologie orientierte Fragestellung begegnet werden, was auch im Titel der Schrift zum Ausdruck gebracht ist.

1. Kapitel. Das Ordnungsproblem

§ 1. Nominalismus und Realismus

Mit der Aufrollung der Ordnungsfrage rühren wir an die Prinzipien des Naturverständnisses und somit an ein zentrales Anliegen, das die Wissenschaft von ihren Anfängen her durch die Geschichte begleitet. Es stellt den Forscher heute wie ehedem vor letzte Entscheidungen, die freilich in der Gegenwart anders als vordem ihren Prüfstein in dem gewaltig angewachsenen und vertieften Erfahrungswissen finden. Gemeint ist das Universalienproblem, das in diesem Zusammenhang aber nur in aller Kürze aufgerollt werden kann, insoweit eben, als es zur Fundierung unserer Untersuchungen notwendig ist. *Tschulok* war jedenfalls gründlich im Irrtum, wenn er es mit

der Bemerkung, es handle sich um ein „längst abgetanes Scheinproblem in den Sackgassen der Wissenschaft", aus der Erörterung ausgeschlossen haben wollte (1922, S. 149).

Die Entscheidung, um die es sich hier handelt, konzentriert sich in der Frage, ob das, was uns aus der Natur an Sein und Geschehen entgegentritt, durch das Merkmal der Ordnung ausgezeichnet sei oder aber der Ordnung entbehre. Ordnung oder Ordnungslosigkeit — das ist die Frage, vor die jedweder Versuch gestellt ist, zu einem wissenschaftlichen Verständnis der von der Erfahrung gelieferten natürlichen Daten zu gelangen. So geht es auch im Universalienproblem um die Ordnungsfrage.

Ordnung setzt nun jeweils eine Vielzahl von Einzeldingen voraus, die ihr gehorchen, indem sie insgesamt nach dem in ihr grundgelegten Plan vereinigt sich darbieten. Ordnung ist also ordnendes Prinzip und insofern von allgemeiner Natur. Zugleich stellt sie den von ihr beherrschten Einzeldingen gegenüber das Wesentliche dar. Deshalb tragen auch die Begriffe, durch die sie erfaßt wird, nicht nur einen allgemeinen, sondern auch einen wesenhaften Charakter.

Wenn also das Ordnungproblem ernsthaft aufgeworfen wird, so kann es sich in ihm nur um die Frage handeln, ob dem in den Ordnungsbegriffen enthaltenen Allgemeinen (Universale) eine wesentliche Wirklichkeit in der Natur entspricht oder nicht.

Jene Richtung im Denken, die zu dieser Frage bejahend Stellung nimmt, wird als *Realismus* (genauer: ontologischer Realismus) bezeichnet. Der Realismus beinhaltet also im Kern die Ueberzeugung, daß die Welt geordnete Wirklichkeit sei und Ordnung objektiv existiere. Ihm steht der *Nominalismus* gegenüber, der dem natürlichen Sein Ordnung abspricht und demgemäß die Universalien als bloße „Namen", wir sagen heute gewöhnlich: als Fiktionen (Erfindungen) betrachtet. Die Natur und das in ihr zu beobachtende Geschehen wären hiernach der Ordnung bar und täuschten uns solche nur vor. „Ordnung, Kontinuität, Einheit sind menschliche Erfindungen" *(Bertrand Russel)*. Anders ausgedrückt: nur indem sie gedacht, oder von einem menschlichen Subjekt denkerisch verarbeitet werden, weisen die Erscheinungen der Natur Ordnung irgendwelcher Art auf, so daß man wohl auch gesagt hat, es werde im Denken in das Chaos der fließenden Welt ein Begriffssystem derart hineindefiniert, daß dieses Chaos als geordnetes Fließen erscheint *(Reichenbach* 1928, S. 304). Dieselbe Auffassung kleidet *Sir James Jeans* (1944, S. 314) in die Worte, daß „die objektive und materielle Welt aus wenig mehr besteht als aus den Konstruktionen unseres eigenen Geistes", die *Frank* zufolge (1932, S. 150) keine andere Bedeutung haben als die, daß sich der Mensch mit ihrer Hilfe „in der Welt seiner Erlebnisse zurechtfinden kann".

Beim Blick auf die Geschichte der Naturwissenschaft, zumal ihres die letzten Dezennien umfassenden Abschnittes, kann nun kein Zweifel darüber aufkommen, daß der nominalistischen These zwar heuristische Fruchtbarkeit nicht abgesprochen werden kann. Die Natur selbst aber hat sich ihr nicht gefügt. Denn obwohl die Forschung vorwiegend von nominalistischen Tendenzen geleitet wurde, stieß sie in der Wirklichkeit allenthalben auf Ordnung und Planmäßigkeit.

Es sei unter Hinweis auf die Ausführungen *Trolls* (1949, 1951), denen wir bis hierhin schon gefolgt sind, an den Wandel erinnert, die die Auffassungen von Zelle und Atom seit etwa zwei Menschenaltern erfahren haben.

Während also, um mit *Troll* (1951, S. 139) fortzufahren, das naturwissenschaftliche Denken, vornehmlich seit dem 17. Jahrhundert, dem Ordnungsprinzip bloß nominalistische Geltung einzuräumen gesonnen war, offenbarte sich der empirischen Forschung nicht nur in der makroskopischen, sondern auch in der mikroskopischen und submikroskopischen Welt ein überwältigendes Bild von Ordnung und Planmäßigkeit, ja ein Ende auf diesem Wege ist heute noch gar nicht abzusehen. Es verhält sich demnach mit den Grundbefunden der modernen Naturwissenschaft in der Tat so, wie *Titius* (1929—1931, S. 576) sagt: „Das Chaos ist gänzlich dahingeschwunden", und an seine Stelle ist„ eine Welt von geradezu unwahrscheinlich anmutender Ordnung, Symmetrie und Regelmäßigkeit getreten." Dieser wahrhaft revolutionären Wendung, die ihrer Tragweite und tieferen Bedeutung nach freilich noch kaum gebührend gewürdigt ist, mußte auch das naturwissenschaftliche Denken Rechnung tragen. Man wird *Niggli* (1938, S. 610) zustimmen, wenn er das wichtigste Kennzeichen für die moderne Entwicklung der Naturwissenschaft in der „stärkeren Berücksichtigung morphologisch-tektonischer Prinzipien" erblickt.

Es kann somit, wie *Troll* (a. a.O.) weiter ausführt, kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß die Forschung im Streit zwischen Realismus und Nominalismus letzten Endes für die realistische Auffassung entschieden hat, und das nicht von ungefähr, sondern unter einem *Zwang*, den die Erweiterung unserer Tatsachenkenntnis mit sich gebracht hat.

Im Zuge dieser Entwicklung zeigte sich aber auch deutlich, daß die Natur in ihrem Gesamtaufbau *nicht etwa ein Kontinuum* ist in dem Sinn, daß das Kleinste „durch einfache Größenvariation in das Große übergeht", daß ihr vielmehr eine *diskontinuierliche Struktur* zukommt, d. h. daß „ein bestimmter *Stufenbau* vorliegt, daß in der Gestaltung der Natur hierarchische Prinzipien wirksam sind" (*Niggli* 1949a S. 9, s. auch 1949b). Mit dieser grundlegenden Erkenntnis wollen wir weiterhin an die uns hier besonders interessierenden Fragen herangehen.

§ 2. *Nominalistische und realistische Auffassung der systematischen Kategorien*

Auch das System, in dem sich die Organismenwelt in geordneter Gliederung darbietet, wäre in nominalistischer Sicht vom Menschen im Denken erzeugt. Man höre etwa *R. Wettstein* (1935, S. 16), der ausdrücklich sagt, daß die „systematischen Einheiten als solche nicht existieren, sondern daß es sich um begriffliche Abstraktionen handelt." Diese Ansicht erfreut sich heute weiter Verbreitung. Aus der Fülle der möglichen Beispiele seien noch einige weitere angeführt. So meint *Gerber*, man müsse berücksichtigen, daß sowohl der Artbegriff, wie auch die folgenden systematischen Kategorien nicht natürlich gegeben sind, sondern künstliche, allerdings sehr praktische Abstraktionen darstellen" (1949, S. 25). Bei *Lester* und *Millot* (1947, S. 17) lesen wir, es sei „nicht möglich, bei den Organismen Einteilungen durchzuführen, die einer objektiven Wirklichkeit entsprechen, aber diese Einteilungen sind trotzdem für die Klassifikation der Organismen notwendig und für ihre Benennung bequem." *Mertens* (1947) spricht von der „Subjektivität in der taxonomischen Bewertung" (S. 15) und steigert diese Auffassung sogar zu dem Satz: „Unsere taxonomischen Begriffe sind durchaus subjektiv" (S. 22). Ganz ähnlich meint *Heberer* (1942, S. 172), die systematischen Kategorien seien

„Schöpfungen des Subjektes". Auch *Plate* (1933, S. 1075) statuiert die Irrealität zum mindesten der höheren taxonomischen Einheiten; ihre Bildung soll sich „nur in den Köpfen der Menschen" abspielen. Mit all diesen und ähnlichen Aeußerungen wird selbstverständlich eine natürliche Ordnung des Organismenreiches überhaupt geleugnet.

Gewiß ist richtig, daß die systematischen Begriffe gleich allen anderen von uns Menschen geformt werden. Darauf kommt es auch gar nicht an. Entscheidend ist vielmehr die Frage, *ob sie willkürlich gebildet sind oder aber sich auf eine in der Natur vorgefundene Ordnung beziehen.* Diese ist es, die *Wettstein* und die anderen Vertreter des Nominalismus nicht anerkennen zu dürfen glauben. Wir wollen ihre Auffassung als „nominalistische Systematik" bezeichnen und sie unter dieser Benennung der „realistischen Systematik" gegenüberstellen, die auf dem Standpunkt steht, daß die systematischen Kategorien in einer von der Natur gegebenen Ordnung gründen, daß ihnen also „eine Ordnung in der Natur selbst entspricht" *(Claus-Grobben-Kühn* 1932, S. 358).

Freilich sind auch die Vertreter einer realistischen Systematik nicht etwa der Ansicht, mit den von ihnen gebildeten Kategorien die natürliche Ordnung definitiv gefunden zu haben. Sie wissen sich aber auf dem Wege zu ihr, in der Ueberzeugung, daß ihre klassifikatorischen Begriffe im Fortgang der Forschung mehr und mehr die Künstlichkeit, die ihnen zunächst noch anhaftet, abstreifen werden. Die Aufgabe einer realistischen Systematik besteht somit darin, das taxonomische Begriffssystem der Wirklichkeit (in vielleicht asymptotischen Bemühungen) soweit anzunähern, daß es deren Ordnung in möglichster Vollkommenheit wiedergibt.

§ 3. Natürliche und künstliche Systeme

Als Prototyp der sogenannten künstlichen Systeme kann das *Linné*sche Sexualsystem dienen. Es trägt wie alle künstlichen Systeme ein willkürliches Einteilungsprinzip an die Natur heran, der also eine Ordnung gleichsam aufgezwungen wird. Darin erweist es sich als eine nominalistische Konstruktion. Die Kategorien sind in ihm in der Tat weitgehend bloße „nomina", wenn sie sich auch auf Merkmale der Organismen selbst beziehen. Entscheidend ist, daß das *Ordnungsprinzip* künstlich, d. h. nicht der Natur entnommen ist. So verhält es sich auch mit allen anderen Versuchen, zu einem künstlichen System zu gelangen. Es sei nur an *Caesalpinus* erinnert, den „primus verus Systematicus", wie *Linné* (1755, S. 18) ihn nennt.

Die Aussage, es sei im künstlichen System das *Ordnungsprinzip* künstlich, bedarf einer Erläuterung. Die zur Klassifikation verwendeten Merkmale entstammen zwar der Natur; sie umfassen aber nicht die wesentlichen, die natürliche Ordnung konstituierenden Prinzipien. Obwohl die Merkmale also der Natur entnommen sind, begründen sie kein natürliches System. So auch ist es zu verstehen, daß die meisten heute als künstlich bezeichneten Systeme zur Zeit ihrer Entstehung mit dem Anspruch auf Natürlichkeit aufgetreten sind. Das Bewußtsein davon, daß er die Methode zur Erfassung der wesentlichen natürlichen Ordnungsprinzipien noch nicht kenne, war erstmals in *Linné* lebendig, wie folgende Stelle beweist: „Wenn ich eine natürliche Methode lehren sollte, ich müßte sie zuvor selbst kennen . . . Wäre es der Fall, so könnte ich vom Allgemeinen auf das Einzelne gehen, und einen bestimmten Grundsatz durch das Ganze hindurchführen" (zit. nach *Jessen* 1864, S. 304).

Linné war sich somit auch klar darüber, daß seinem System nur ein beschränkter Wert zukomme. Zwar enthielt es bereits natürliche Gruppierungen, besonders auch solche, die später als Familien oder Ordnungen in die neueren Systeme eingegangen sind (z. B. Liliaceae, Orchideae, Palmae, Umbellatae, Scitamina usw.). Aber das Gesamtgefüge war doch künstlich. Schon *Linné* selbst hat deshalb ausdrücklich ein „natürliches System" bzw. eine „natürliche Methode" systematischer Forschung gefordert, mit dem Bemerken: „Primum et ultimum hoc in Botanicis desideratum est." Die „Fragmenta" dieser Art, über die zu verfügen er sich bewußt war, hinterließ er mit der Empfehlung „studiose inquirenda" der botanischen Wissenschaft als Vermächtnis (1755, S. 27, vgl. auch Troll 1949b, S. 491).

Was aber haben wir unter einem „natürlichen System" eigentlich zu verstehen? Mit allem Nachdruck muß erneut betont werden, daß sich die Bezeichnung auf das *Ordnungsprinzip* bezieht. Dieses wird über die klassifikatorischen Einzelmerkmale hinaus, die auch bei den künstlichen Systematisierungsversuchen die Grundlage der Gliederung abgeben, der Natur entnommen. Wir können deshalb mit einem Worte *Goethes*[1]) von *„naturgemäßer Ordnung"* sprechen. So auch ist ein aufschlußreicher Satz *A. Brauns* aus einem Briefe an *Caspary* zu verstehen (1882, S. 492). Er lautet: „Noch habe ich zu bemerken, daß ich ‚natürliches System von *A. Braun*' nicht gern lese. Das natürliche System ist von der Natur und wird von den Autoren in mancherlei Weise aufgefaßt; daher heißt es besser: ‚Natürliches System n a c h A. *Braun*'[2])." *Braun* gedenkt dabei des schon oben erörterten Umstandes, daß auch in die nach natürlichen Gesichtspunkten gebildeten systematischen Begriffe jeweils ein subjektives Moment eingeht. Es ist also das natürliche System wie das künstliche „immer als ein subjektives zu betrachten"; es unterscheidet sich von letzterem (dem künstlichen) aber durch das Streben, „das (objektive) System, wie es in der Natur ausgedrückt ist, in sich wieder zu geben" (*Spring* 1838, S. 6). An der Ueberzeugung vom Vorhandensein einer natürlichen Ordnung des Organismenreiches wird mit diesen Worten der beiden Autoren aber in keiner Weise gerüttelt.

Es drängt sich hier die Frage auf, worin wir die subjektive Komponente, jenes Moment der Willkürlichkeit, zu erblicken haben, das auch dem natürlichen System anhaftet. Es bezieht sich eigentlich nur auf die *Benennung* der Kategorien, also etwa darauf, ob wir *an sich natürliche Gruppen* als Ordnungen, Familien, Unterfamilien, Tribus, Gattungen oder Sektionen bezeichnen wollen. Man denke etwa an die Gattung Anemone, die heute u. a. in die Sektionen Euanemone, Pulsatilla und Hepatica gegliedert wird. Früher wurden die drei Sektionen auch zu Gattungen verselbständigt (Anemone, Pulsatilla, Hepatica). Ihre Zusammenfassung zu einer Gattungseinheit hat jedoch den Vorzug, daß so die zwischen ihnen bestehende enge Verwandtschaft unmittelbar zum Ausdruck kommt.

Ein anderes Beispiel geben die Liliifloren ab, eine Familiengruppe, in die u. a. die Liliaceen und Juncaceen gehören. Sie hängen, bei gleichwohl vorhandener Selbständigkeit, aufs engste miteinander zusammen. Die Familie der Liliaceen selbst gliedert sich als sehr formenreiche Verwandtschaftsgruppe wieder in verschiedene Untereinheiten (Unterfamilien), so die Melanthioideae, die Asphodeloideae, die Allioideae, die Lilioideae, die Dracaenoideae und Asparagoideae. Man kann diese Unterfamilien aber ohne Zwang auch in den Rang von Familien erheben und sie bei der bestehenden engen Verwandt-

schaft zwischen den Liliaceae und Juncaceae den letzteren koordinieren. Die Liliifloren gliedern sich alsdann in die Familien u. a. der Juncaceae, Melanthaceae, Asphodelaceae, Alliaceae, Liliaceae, Dracaenaceae und Asparagaceae (Convallariaceae). Die von der Natur vorgezeichnete Abgrenzung bestimmter Gruppen bleibt beim einen wie beim anderen Gliederungsschema gewahrt. Mit Recht sagt deshalb auch *Steiner* (1936, S. 64), dieser nicht *eindeutige* Charakter ändere nichts am *objektiven;* denn es bezögen sich solche willkürlichen Züge nur auf untergeordnete Prinzipien, auf die „*Willkür in der Beurteilung* (Sperrung von uns. *Tr.* u. *M.)* gewisser Organisationsmerkmale, nicht aber auf diese selbst".

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß das natürliche System einen von Grund aus realistischen Charakter trägt. Nur bei Anerkennung dieser Tatsache hat der Begriff der natürlichen Systematik überhaupt einen Sinn. Werden nämlich die systematischen Kategorien nominalistisch aufgefaßt, so entspricht ihnen keine Realität in der Natur. Auch das natürliche System wäre dann letzten Endes künstlich. Man sieht also, *daß der Begriff des natürlichen Systems aufgehoben wird, wenn an die Stelle eines realistischen Standpunktes eine nominalistische Konzeption der systematischen Kategorien tritt (Troll* 1944, S. 405; 1948, S. 15).

Von welcher Art nun ist das so seiner Bedeutung nach erkannte naturgemäße Ordnungsprinzip? Dieser Frage, der für die Beurteilung des natürlichen Systems und seiner Entwicklung grundlegende Bedeutung zukommt, müssen wir nunmehr nähertreten. Erst im Anschluß hieran wird eine Behandlung jener Problematik möglich sein, die den Versuchen zugrundeliegt, ein phylogenetisches System aufzustellen. Wir werden uns damit eingehend im 3. Kapitel zu befassen haben, da in der Gewinnung einer phylogenetisch interpretierten Klassifikation heute weithin das letzte und eigentliche Ziel aller Bemühungen erblickt wird, zu einem System der Organismen zu gelangen.

2. Kapitel. Die typologischen Grundlagen der natürlichen Systematik

§ 1. Wesen des Typus

Immer wieder muß auf die große Entdeckung hingewiesen werden, die der Biologie gegen Ende des 18. Jahrhunderts gelungen ist, keineswegs plötzlich und auf einmal, sondern in einem allmählichen Reifungsprozeß: die Entdeckung, daß der Organisation größerer und kleinerer Gruppen von Lebewesen ein einheitlicher *Bauplan,* auch *Typus* oder *Urbild* genannt, zugrundeliegt *(Troll* 1949a, S. 333). Seitdem spricht man von der Planmäßigkeit im Bau der Organismen, die gleichbedeutend ist mit dem von *Troll* (1949b) gebrauchten Begriff der *Urbildlichkeit.*

Die Entdeckung der Urbildlichkeit gab insbesondere der Biomorphologie jene Impulse, deren sie bedurfte, wenn sie sich nach langer Vorbereitungszeit endlich zum Rang einer fundierten Wissenschaft erheben wollte. Morphologie ist also Lehre vom Typus, weshalb man sie in neuerer Zeit geradezu als Typologie angesprochen hat.

Als Bauplan beherrscht der Typus die gesamte Organisation der einzelnen ihm zugeordneten Lebewesen, die im übrigen von Art zu Art jeweils durch eine Fülle besonderer Merkmale ausgezeichnet sind. Wir können demgemäß

zwischen Einzelmerkmalen und Organisationsmerkmalen unterscheiden. Letztere sind, da sie sich auf das Gesamtgefüge des Aufbaus beziehen, von übergeordnetem Rang. Von den Einzelmerkmalen läßt sich dagegen sagen, daß sie für den Bauplan unwesentlich sind, wenngleich auch sie schließlich, wenigstens weithin, Ausgliederungen des Typus bzw. Besonderungen von Organisationsmerkmalen darstellen.

Hier hat uns vor allem die Frage nach dem Wesen der Urbildlichkeit zu interessieren. Was also hat es mit dem Bauplan näherhin für eine Bewandtnis?

Im Denken wird er jedenfalls durch Abstraktion von den Einzelmerkmalen gewonnen. Doch handelt es sich hierbei um eine besondere Art der abstraktiven Tätigkeit unseres Geistes. Sogar *Sachs* war sich dessen bewußt, Denn er spricht einmal davon, daß sich Zusammenhänge nach Art jener, die den Typus begründen, „leichter der instinktiven Wahrnehmung als dem kritischen Verstande" offenbaren (1878, S. 62). Näher kommt dem wahren Sachverhalt *Steiner* durch den Hinweis auf die „intuitiv" tätige Kraft des Verstandes (1936, S. 67; 1938, S. 3). Die wichtigsten Einsichten in die Psychologie des zur Auffassung des Typus führenden Vorganges rühren von *Goethe* her. Er greift *Kants* Begriff der „anschauenden Urteilskraft" auf, den er durch den der ihm eigenen Verfahrensart geltenden Satz *Heinroths* erläutert, daß sein Denken *gegenständlich* sei, m. a. W.: daß es sich von den Gegenständen nicht sondere, daß vielmehr die Elemente der Gegenstände, die Anschauungen in dasselbe eingingen und von ihm auf das innigste durchdrungen würden, so daß sein Anschauen selbst ein Denken, sein Denken ein Anschauen sei (Bedeutende Fördernis durch ein einziges geistreiches Wort. *Goethes* Morphol. Schriften, hrsg. von *W. Troll*, S. 291). Damit ist jene Abstraktionsfähigkeit bezeichnet, die *Lorenz* (1943, S. 319) im Auge hat, wenn er sagt, sie bestehe in dem Vermögen, „an einer Vielzahl von konkreten individuellen Einzeldingen eine in ihnen waltende Gesetzmäßigkeit unmittelbar wahrzunehmen". Der Ton liegt in dieser Formulierung auf „unmittelbar", was im gegenwärtigen Zusammenhang so viel bedeutet wie anschaulich oder intuitiv (*Sachs* würde sagen: instinktiv). Es vollzieht sich in einem solchen Abstraktionsvorgang also die Bildung eines *anschaulichen* Begriffes *allgemeinerer* Art. In diese Kategorie von Begriffen gehört auch der Begriff des Typus, was überzeugend aus der damit synonymen Wortprägung *„Ur-Bild"* hervorgeht[3]).

Als Begriff gehört der Typus nun zweifellos zu den Produkten unseres Verstandes. Ist es aber berechtigt, ihn und seinesgleichen als „nur subjektive Produkte des Verstandes zu behandeln" (*Sachs* 1878, S. 208)? Es wäre damit eine nominalistische Auffassung statuiert. Nun gibt es zweifellos Begriffe von Typen, die bloß willkürliche Abstraktionen darstellen. Der Typusbegriff der Morphologie dagegen bezieht sich auf einen in den Objekten vorgefundenen Sachverhalt, jenen Ordnungszustand, der als planhaftes Gefüge dem Aufbau des Organismus zugrundeliegt und insofern nicht weniger wirklich ist wie jedes Einzelmerkmal. *Lorenz* meint dasselbe, wenn er a. a. O. von einer in den konkreten Einzeldingen waltenden „Gesetzmäßigkeit" spricht. Daraus ist zu folgern, daß dem Wesen des Typus nur eine *realistische Auffassung* gerecht zu werden vermag.

§ 2. *Das Prinzip der variablen Proportionen*

Die Erscheinung, daß die Organismen einander gruppenweise im Bauplan gleichen, kann man mit *Goethe* als „Konsequenz der Organisation" bezeich-

nen. Ihr steht eine meist außerordentliche Vielfalt der Einzelformen gegenüber, so daß auch die Frage nach dem *Verhältnis des Typus zu der von ihm umfaßten Formenmannigfaltigkeit sich erhebt.*

Sie wurde erstmals von *Goethe* beantwortet, der zu der grundlegenden Erkenntnis gelangte, daß es sich dabei um eine *bloße Verschiedenheit in den Proportionen der am Aufbau beteiligten Glieder* handelt. *Goethe* selbst hat seinen Befund folgendermaßen formuliert: „Aus der Konsequenz der Organisation und aus der Möglichkeit, daß ein Teil eine andere Proportion annehmen kann, entsteht die Mannigfaltigkeit der Gestalt."

Das *Goethe*sche Theorem ist von so weitreichender Bedeutung, daß ihm der Rang eines Grundsatzes gebührt. *Troll* (1948, S. 43; vgl. auch 1949a und 1949b) hat es deshalb neuerdings das *Prinzip der variablen Proportionen* genannt. Nach ihm lautet es: *„Die Mannigfaltigkeit bauplangleicher Organismen beruht auf bloßer Verschiedenheit des Größenverhältnisses, in dem die Glieder zueinander stehen."*

Unterschiede zwischen im Bauplan einander gleichenden Organismen, seien es Tiere oder Pflanzen, lassen sich also stets auf eine Verschiedenheit der Proportionen zurückführen. Da nun aber Größenverschiedenheiten allemal auf solchen des Wachstums beruhen und somit erst im Verlauf der Entwicklung zur Auswirkung gelangen, so folgt daraus die bekannte Tatsache, daß die typische Aehnlichkeit auf dem Embryonalstadium deutlicher hervortritt als im adulten Zustand. Und hieraus wiederum ist die große Bedeutung zu verstehen, die dem Studium der Entwicklungsgeschichte für die Erkennung typologischer Zusammenhänge zukommt.

So kann denn mit *Troll* (1937, S. 12) der Sinn morphologischer Untersuchungen darin erblickt werden, die Vielgestaltigkeit der einzelnen, durch Einheitlichkeit des Bauplans ausgezeichneten Organismengruppen soweit zu klären, daß die Gestaltung der in ihr zusammengefaßten Formen nach dem Prinzip der variablen Proportionen aus dem Typus heraus verständlich wird.

§ 3. *Plastizität der Gestaltung*

Die Gestaltungsverhältnisse der Organismen, insbesondere der Pflanzen, sind bekanntlich mehr oder minder großen Schwankungen unterworfen. Wir sehen hier von der Erscheinung der Variabilität (Mutabilität) ab und fassen nur die unter dem Einfluß von Umweltsbedingungen eintretenden Abänderungen ins Auge. Diese Art der Beeinflußbarkeit erlaubt es auch, Pflanzenformen im Experiment u. a. tiefgreifend zu modifizieren. *Klebs*, der solche Untersuchungen im großen Umfang ausgeführt hat, sprach deshalb von „willkürlichen Entwicklungsänderungen" (1903, Titel) oder „künstlichen Metamorphosen" (1906). Er gab dabei der Meinung Ausdruck, es müßten „alle anscheinend noch so fest vererbten Eigenschaften einer Species innerhalb gewisser Grenzen verändert werden können" (1906, S. 84).

Hier handelt es sich um die Frage, innerhalb *welcher* Grenzen solche Beeinflussungen möglich sind. Macht die Beeinflußbarkeit etwa vor den im Typus verankerten Merkmalen („Organisationsmerkmalen") halt oder werden auch diese betroffen? *Plate* legt die Ergebnisse der *Klebs*schen Versuche in dem Sinn aus, daß es darin gelungen sei, „fast alle Eigenschaften, auch die anscheinend konstanten ‚Organisationsmerkmale' zu verändern" (1932, S. 14). Und auch *Klebs* selbst hat diese Auffassung vertreten. Sie bedürfte einer

eingehenden Kritik. In diesem Zusammenhang soll nur *ein* derartiger Fall analysiert werden.

Es handelt sich um die Ausläufer von Ajuga reptans, die normalerweise an ihrem Ende eine Blattrosette und aus ihr in der folgenden Vegetationsperiode einen mit Hochblättern besetzten orthotropen Blütentrieb entwickeln. Beide, Ausläufer und Blütentrieb, sind dekussiert beblättert, wie es in der Familie der Labiaten, denen Ajuga zugehört, die Regel ist.

Zu seinen Versuchen verwendete *Klebs* die Ausläufer einer völlig normalen Pflanze. Deren einer erzeugte, wie er schreibt, unter dem Einfluß der veränderten Bedingungen zwar „wieder eine Laubrosette am Ende; besonders auffallend war aber, daß die Hochblätter, statt Quirle von zwei Blättern, solche von drei bildeten — eine Erscheinung, die ich vergeblich bei den zahlreichen Blütentrieben der gleichen Mutterpflanze im Garten zu finden suchte." *Klebs* fährt sodann fort: „Ganz abgesehen von der Metamorphose haben wir hier einen ganz sicheren Fall, bei dem infolge der vorhergehenden Bedingungen der Kultur eine plötzliche Aenderung eines bei der Species höchst konstanten Merkmales, nämlich der Blattstellung eingetreten ist" (1906, S. 81).

Zunächst muß an dieser Darstellung berichtigt werden, daß keineswegs eine Aenderung in der „Blattstellung" erfolgt war. Diese ist vielmehr auch an dem veränderten Trieb wirtelig geblieben. Geändert hat sich nur die Zahl der Blätter in den Wirteln, die von zwei auf drei gestiegen war. Und das ist eine Erscheinung, die auch sonst häufig zu beobachten ist. Es genügt, auf die von *Goebel* (1928, S. 271) angeführten Fälle hinzuweisen, die wir um das Beispiel der von *Hülsbruch* (1932) bearbeiteten Dysophylla verticillata vermehren wollen, weil sie mit Ajuga zusammen in die Familie der Labiaten gehört. Wie der Artname zum Ausdruck bringt, zeichnet sich die Pflanze dadurch aus, daß ihre Blätter statt zweigliedriger mehrgliedrige (bis zehngliedrige) Wirtel bilden. *Hülsbruch* hat aber festgestellt, daß dem späteren Zustand ein dekussiert beblättertes Jugendstadium vorausgeht, daß die Beblätterung also erst nachträglich den „verticillaten" Charakter annimmt. Das Verhalten gleicht also grundsätzlich demjenigen, das *Klebs* an Ajuga durch die gewählten Kulturbedingungen hervorgerufen hat. Was bei Dysophylla im regelmäßigen Gang der Entwicklung geschieht, erfolgt bei Ajuga auf künstliche Beeinflussung hin. Es werden also durch den Versuch Potenzen aufgedeckt, die auch anderen, vermutlich allen Labiaten zukommen und insofern im Typus dieser Pflanzen vorhanden sind, m. a. W.: es liegt keine „willkürliche Entwicklungsänderung" im eigentlichen Sinn, sondern einer jener zahlreichen, freilich noch nicht hinreichend unter diesem Gesichtspunkt studierten Fälle vor, die *Chodat* (1928, S. 511) im Auge hatte, als er den klassischen Satz prägte: „La morphologie exprimé n'est qu'une part de la morphologie potentielle" (vgl. dazu auch *Troll* 1937, S. 41)[4]).

§ 4. *Das Phänomen der typologischen Gradation*

Im Pflanzenreich herrscht ebensowenig wie im Tierreich Einheitlichkeit im Typus. Es ist also von vornherein nicht möglich, von einem Urbild *der* Pflanzen oder *der* Tiere zu sprechen. In beiden Bereichen haben wir es vielmehr mit einer Mehrzahl von Grundtypen zu tun. Es braucht nur an die Tierstämme der Coelenteraten, der Echinodermen, der Mollusken oder der Vertebraten erinnert zu werden, denen im Pflanzenreich als gleichrangige Gruppen etwa die Pilze und die Samenpflanzen gegenüberstehen.

Dazu kommt das wichtige Phänomen der *Gradation.* Es besagt, daß jeder Grundtypus in sich selbst wieder typenhafte Einheiten niedrigeren Ranges ausgliedert, dergestalt, daß die untergeordneten Typen von den ihnen übergeordneten umschlossen werden. Die urbildhaften Grundformen sind also in absteigender Reihenfolge gleichsam ineinandergeschachtelt. Die Stufung (Gradation) verbindet sich also mit einer Einschachtelung (Enkapsis), so daß das hier gemeinte Gesamtphänomen als *„enkaptische Gradation"* angesprochen werden kann *(Troll* 1949b).

Zur Erläuterung soll uns ein geometrisches Schema dienen, das einen umfassenden großen Kreis und, von diesem umschlossen, kleinere Kreise zeigt usw. Jeder solche Kreis versinnbildlicht einen durch Einheit des Typus gekennzeichneten „Formenkreis", ein Begriff, der als solcher schon das gewählte Bild nahelegt. Das Schema bringt auch zum Ausdruck, daß die einzelnen Formenkreise nicht kontinuierlich ineinander übergehen, sondern mehr oder weniger scharf voneinander abgesetzt sind. Die einzelnen Kreislinien versinnbildlichen also *Typengrenzen.*

Dieser von dem natürlichen Sachverhalt vorgezeichneten Auffassung steht die *darwinistische Auslegung der Formenmannigfaltigkeit* gegenüber. Im Sinne dieser Lehre stellt das Organismenreich im ganzen und in seinen einzelnen Abteilungen ein *Formenkontinuum* dar. Irgendwelche Typengrenzen wären also an sich nicht vorhanden. Wenn wir sie dennoch feststellen, so müssen sie sich sekundär herausgebildet haben. Sie werden als Folge der natürlichen Auslese (Selektion) angesehen, die einen Ausfall der Uebergangsformen bewirkt und so nachträglich bestimmt umgrenzte Gruppen aus dem Formenkontinuum herausgeschnitten haben soll. Man hat in dieser Hinsicht zwischen einer Makroevolution und einer Mikroevolution unterschieden. Letzterer wäre die Differenzierung der Rassen, Unterarten oder Varietäten zuzuschreiben, während man unter dem Begriff der Makroevolution die Entwicklung der größeren Gruppen, also der Gattungen, Familien und Ordnungen versteht. Nach selektionistischer Ansicht nun folgt die Makroevolution denselben Prinzipien der Auslese, nach denen auch die Mikroevolution verläuft, nur daß die Wirkung der Selektion dabei umfassender ist. So sagt *Weigelt* apodiktisch und ohne sich um Beweise zu kümmern: „Makroevolution wird vorgetäuscht durch Makroselektion, die höhere Kategorie entspricht dem Auslassen langen zeitlichen Geschehens, einem Komprimierungsvorgang, dem Einschalten eines Zeitraffers" (1942, S. 177).

Man sieht: so verstanden ist die typologische Gradation gar kein ursprüngliches, in der Baugesetzlichkeit der Organismen selbst grundgelegtes, sondern ein von der den Selektionsprozeß beherrschenden Wirkung des Zufalls und der Lebensbedingungen hervorgerufenes Phänomen. Im Grunde handelt es sich also um eine nominalistische Deutung der ganz und gar anders gearteten Naturwirklichkeit, der *Heberer* einen besonders prägnanten Ausdruck verliehen hat in dem Satz: „Typengrenzen sind künstlich" (1942, S. 172).

Wir können in diesem Zusammenhang nicht eigentlich in eine Kritik dieser darwinistischen Zurechtlegung der uns von der Natur gebotenen empirischen Daten eintreten. Nur zwei Gesichtspunkte seien angeführt.

Wir knüpfen an eine Bemerkung *Darwins* im 15. Kapitel seines Hauptwerkes (1876, S. 549) an, wo es heißt: „Da nach der Theorie der natürlichen Zuchtwahl eine unbegrenzte Zahl von Zwischenformen existiert haben muß,

die alle Arten jeder Gruppe in Abständen, die so klein sind wie die zwischen unseren jetzigen Varietäten, verknüpft haben, so kann man fragen: warum erblicken wir nicht all diese Zwischenglieder um uns her? warum sind nicht alle organischen Wesen miteinander zu einem unentwirrbaren Chaos verschmolzen?" *Darwin* hilft sich mit dem Selektionsprinzip. Darnach müßten die einzelnen Gruppen, da sie ja durch das Spiel des Zufalls gleichsam zusammengewürfelt wären, innerlich uneinheitlich sein. Tatsächlich aber grenzen sie sich, durch die Gemeinsamkeit des Bauplanes im strengen Sinne geeint („unité de plan"!), in wechselnder Schärfe von benachbarten Formenkreisen ab. *Troll* (1928, S. 34) hat auf das Beispiel der Orchideen hingewiesen, deren charakteristische Vertreter sich in einer Formenfülle von etwa 17 000 Arten entfalteten, aber nur durch die kleine, kaum 15 Arten umfassende Gruppe der Apostasieen den einfacher gebauten Monocotyledonen vom Liliiflorentyp angeschlossen sind. Aehnlich ist es in zahllosen anderen Fällen. Wäre die Entwicklung, wie es der Darwinismus alter und neuester Prägung will, wirklich ein richtungloses Geschehen in dem Sinn, daß durch dasselbe ein „Formenchaos" geschaffen würde, aus dem erst sekundär, durch Ausfall von Uebergangsformen, bestimmt umrissene Gruppen hervorträten, so wäre die Einheitlichkeit im Bauplan nicht zu verstehen. Wir müssen die typologische Struktur des Organismenreiches also schon als ein primäres Phänomen, als eine der Urgegebenheiten organischer Entwicklung ansehen.

In diese Richtung weisen auch die Befunde der Paläontologie, die, mag sie uns auch mit mancherlei Zwischengliedern bekannt gemacht haben, doch nicht die von der Theorie geforderten unendlich vielen feinen Uebergänge zwischen den früheren und den jetzigen Arten aufgefunden hat *(Darwin,* a. a. O., S. 293f). Auch die Paläontologie ist vielmehr bei ihren Untersuchungen auf dasselbe Phänomen der enkaptischen Gradation gestoßen, das die rezente Organismenwelt auszeichnet. Davon, daß die Makroevolution durch Makroselektion nur vorgetäuscht werde, kann also gar keine Rede sein. Die dieser Ansicht entsprechende phylogenetische Theorie liegt in der sogenannten Typostrophenlehre *Schindewolfs* vor. Der Vorstellungskreis der Typostrophismus ermöglicht ein volles Verständnis der abgestuften Formenmannigfaltigkeit mit ihrer hierarchischen Gliederung. Nach der Lehre *Darwins* von der richtungslosen Artbildung ist diese Hierarchie nicht oder nur mit gezwungenen Hilfsannahmen deutbar *(Schindewolf* 1947, S. 18 und 1950, S. 125 ff).

Zusammenfassend wollen wir feststellen, daß die typologische Gradation nicht ein bloßes Epiphänomen darstellt, sondern als primärer Charakter, sagen wir: als Urphänomen betrachtet werden muß, das im Grund schon mit der Urbildlichkeit der Organismen gegeben ist. Somit vermag der wissenschaftlichen Bewältigung der organischen Formenmannigfaltigkeit auch nur eine dem Realismus verpflichtete Auffassung gerecht zu werden.

§ 5. *Die Bedeutung der Typologie für die Systematik*

Es ist zweifellos kein Zufall, daß die Entwicklung des natürlichen Systems in die Zeit fällt, in der die Urbildlichkeit der Organismen entdeckt wurde. Freilich, Ansätze dazu waren schon vorher gegeben. Aber entscheidende Fortschritte machten jene Bemühungen erst, als die Frage nach dem Typus in den Mittelpunkt der biomorphologischen Forschung zu treten begann. Beide Richtungen, Morphologie und Systematik, arbeiteten von nun an Hand in Hand, und zwar so eng verbunden, daß weithin kaum eine Grenze zwischen

der Tätigkeit des Morphologen und des Systematikers gezogen werden kann. Das Ergebnis war die Begründung der natürlichen Systematik. Schon aus diesem geschichtlichen Faktum, dessen Gewicht nicht gering veranschlagt werden darf, kann auf die innigen Beziehungen geschlossen werden, in denen die neuere Systematik zur Morphologie steht. Bereits um die Wende des 18. zum 19. Jahrhundert lagen mehrere Versuche zur Aufstellung eines natürlichen Systems vor. Da sie sämtlich auf morphologisch-typologischer Grundlage beruhen, bezeichnet man sie sehr passend auch als *morphologische Systeme.*

Man hat vom natürlichen System verlangt, daß es *rationell* sein, womit gemeint ist, daß es, anders als die künstlichen Systeme, „ein Einteilungsprinzip in sich" tragen müsse *(Driesch* 1928, S. 190). Dazu wird ein Begriff erfordert, welcher „eine Art inhärenter Entwicklung latenter Verschiedenheiten" erlaubt, „so wie die geometrischen Begriffe das tun" *(Driesch* a. a. O., S. 192), ein Begriff nämlich, „mit dessen Hilfe eine Gesamtheit spezifischer Verschiedenheiten verständlich wird" *(Driesch,* a. a. O., S. 189). „Jedes System, welches behauptet, rationell zu sein, muß uns einen Schlüssel geben, mittels dessen wir imstande sind zu begreifen: entweder, daß nur eine bestimmte Zahl von Art-Verschiedenheiten einer gewissen Gattung existieren kann, oder daß zwar eine unbegrenzte Zahl solcher Verschiedenheiten möglich ist, *die aber einem bestimmten Gesetz mit Rücksicht auf die Natur ihrer Unterschiede folgen" (Driesch* 1928, S. 189, *Sperrung* von uns. *Tr.* u. *M.).* Die dieser Forderung entsprechende Handhabe findet *Driesch* im Typusbegriff; auch er betrachtet diesen demgemäß als „das wichtigste Resultat, das die biologische Klassifikation uns bis jetzt geliefert hat" (1928, S. 192), denn es „umfaßt hier im Unterschied von dem, was in der Formallogik gelehrt wird, das sogenannte ‚Genus' alle seine ‚Species' derart, daß alle Sonderheiten der Species bereits in Merkmalen des Genus gegeben sind, freilich in einer allgemeineren, in einer noch unspezifizierten Form. Das Genus ist hier reicher an Inhalt und reicher an Umfang als die Species, wobei freilich hinzugefügt werden muß, daß sein Inhaltsreichtum nur gleichsam latent ist: aber er kann von sich selbst aus entwickelt werden, ohne Hilfe von außen" (1928, S. 190). *Driesch* hat solche Begriffe „unentwickelte entwickelbare Begriffe" genannt; sie tragen selbstverständlich ein realistisches Gepräge, bringen also im Begriff einen im Objekt vorgegebenen Sachverhalt derselben Art zum Ausdruck[5]).

Driesch gegenüber könnte man einwenden, daß das System der Organismen rein empirisch sei und somit jeder Versuch, es zu einem rationellen auszugestalten, zur Erfolglosigkeit verurteilt sei. Charakteristisch für ein rationelles System ist es, daß die Merkmale, welche zur Abgrenzung von Formenkreisen benutzt werden, diskontinuierlich sind. Da aber nun hierin auch ein empirisches Faktum vorliegt, so wird mit der Feststellung, das System sei rein empirisch, zugleich sein rationelles und damit sein typologisches Gepräge unterstrichen.

Die Kohärenz zwischen der Typologie und der nach natürlich-rationellen Methoden vorgehenden neueren Systematik dokumentiert sich mit besonderer Deutlichkeit in dem Ringen um die Grundkonzeption der Taxonomie, nämlich die der Verwandtschaft. Bereits *Linné* hatte klar erkannt, daß der Verwandtschaftsbegriff, wenn er wissenschaftlichen Wert beanspruchen wolle, die Künstlichkeit, die ihm bis dahin anhaftete, abstreifen und auf natürlicher Grundlage gewonnen werden müsse (1755, S. 25 f).

Entschiedene Fortschritte auf diesem Wege erzielte für das Pflanzenreich erst *A. L. de Jussieu.* Aber auch bei ihm vermissen wir noch eine auf die Klärung des Begriffes der natürlichen Verwandtschaft gerichtete Methodenlehre. Eine solche war, wie *Troll* (1949 b) ausführt, von der Systematik auch gar nicht zu erwarten. Diese war hierin vielmehr auf die Morphologie angewiesen, die die erforderlichen Schritte damals selbst erst zu tun im Begriffe war.

Erst als sich die Erkenntnis von der urbildlich-typologischen Gliederung des Organismenreiches, ja der Urbildlichkeit der Organismen überhaupt, durchgesetzt hatte, bekam auch der Verwandtschaftsbegriff einen definierten Inhalt. Es zeigte sich, daß das, was mit ihm gemeint war, gleichbedeutend ist mit *Aehnlichkeit im Typus.* Auch von hier aus wird deutlich, daß der Typus zwar eine Abstraktion ist, aber eine solche, die sich auf eine in der Natur vorgefundene Ordnung bezieht; wo die Organismen hingegen nach willkürlichen Prinzipien gruppiert werden, haben wir es mit einem künstlichen Verfahren zu tun, das diese Bezeichnung eben deshalb verdient, weil es, statt der Natur zu folgen, sich in bloßer Abstraktion ergeht. Künstlich wäre also auch, um *Trolls* (1949 b) Schlußfolgerung zu Ende zu führen, das natürliche System, wenn der Typusbegriff, wie es der taxonomische Nominalismus will, keine Entsprechung im Objekt besäße.

Fassen wir zusammen, so wäre als Ergebnis unserer Ueberlegungen die Sicherung der Erkenntnis zu buchen, *daß natürliche Verwandtschaft gleichbedeutend ist mit typologischer Verwandtschaft.*

Nunmehr vermögen wir auch zu einem vertieften Verständnis der von der natürlichen Systematik erstrebten Klassifikation des Organismenreiches zu gelangen, die in der Bildung von Kategorien höheren und niederen Grades, von den Abteilungen, Klassen, Ordnungen und Familien herab bis zu den Gattungen und Arten, zum Ausdruck kommt. Wir haben in dieser Hinsicht schon einleitend von einem hierarchischen Aufbau des Systems bzw. von seiner *„enkaptischen Struktur“* gesprochen. Jede nach natürlichen Gesichtspunkten vorgehende Klassifikation kommt zwangsläufig zu einer derartigen enkaptischen Gliederung, die somit in der Formenmannigfaltigkeit der Organismen selbst ihre Grundlage haben muß.

Wir erinnern uns in diesem Zusammenhang des Phänomens der enkaptischen Gradation, das sich mit dem allgemeineren Prinzip der Urbildlichkeit verbindet. Auch hierbei handelt es sich um einen hierarchischen Aufbau. Und zwar gliedern die höheren Typen in sich solche von niedrigerem Rang aus, die von den jeweils höheren umfaßt werden.

Nun haben wir eben die Begriffe „natürliches System“ und „typologisches System“ gleichgesetzt. Wenn also die typologische Struktur des Organismenreiches in das natürliche System eingeht, dessen „naturgemäße Ordnung“ *(Goethe*[1]*)* es ausmacht, so muß sich auch die enkaptische Gradation in ihm Ausdruck verschaffen. Und sie tut es eben in der enkaptischen Struktur der klassifikatorischen Gliederung. Daraus geht erneut der enge Zusammenhang zwischen Typologie und Taxonomie hervor und es bestätigt sich der typologische Charakter des natürlichen Systems.

Allerdings könnte hier ein Einwand erhoben werden. Betrachten wir nämlich die klassifikatorischen Bezeichnungen des natürlichen Systems, so fällt auf, daß diese sich weithin, wenn nicht überwiegend, auf Einzelmerkmale beziehen. Einige Beispiele mögen dieses belegen.

So etwa werden die Samenpflanzen durch das Merkmal allein der Samenbildung von den Pteridophyten unterschieden. Die beiden großen Unterabteilungen der Angiospermen, die Dicotyledonen und die Monocotyledonen, sind nach der verschiedenen Zahl der Cotyledonen benannt. Zahlreiche Familien leiten ihren Namen von Merkmalen des Blütenbaues her, die beim Blick auf das Ganze der Organisation ebenfalls Einzelcharaktere darstellen. Man denke etwa an Namen wie Cruciferen, Papilionaceen, Labiaten usw. Darin herrscht zweifellos Aehnlichkeit mit den künstlichen Systemen, etwa dem *Linné*schen System, das ja solche Bezeichnungen teilweise auch bereits kannte. Es könnte also scheinen, als sei der Unterschied zwischen den beiderlei Systemen gar nicht von so grundsätzlicher Art. Tatsächlich verhält es sich aber anders.

Als Beispiel wollen wir die Unterscheidung von Mono- und Dicotyledonen wählen. Bei der Ein- und Zweikeimblättrigkeit handelt es sich zwar um ein durchgreifendes Merkmal. Es sind also die Monocotyledonen, wenn wir einmal die abgeleiteten Formen, die überhaupt nicht zur Keimblattbildung gelangen, außer acht lassen, sämtlich monocotyl. Entsprechendes gilt für die Dicotylen; denn die wenigen Beispiele von Einkeimblättrigkeit, die uns bei ihnen begegnen, erweisen sich bei näherer Analyse ebenfalls als abgeleitet (Reduktion eines der beiden Cotyledonen bzw. Synkotylie). Die Einheitlichkeit erstreckt sich aber über die Zahl der Cotyledonen hinaus auf die Gesamtorganisation. Die Benennung greift also aus dem den Typus kennzeichnenden Merkmalskomplex der leichteren begrifflichen Handhabung wegen nur einen besonders auffallenden Charakter heraus, wie die Diagnosen dieser und ähnlicher Gruppen lehren, die, wenn sie (was leider nicht immer zutrifft) gründlich formuliert sind, jeweils auf die Gesamtorganisation näher eingehen und u. a. auch anatomische, histologische, cytologische und sogar biochemische Daten hervorheben. Der Typus liegt mithin im natürlichen System der Klassifikation auch dort zugrunde, wo zur Benennung Einzelmerkmale herangezogen werden.

Freilich muß zugegeben werden, daß das natürliche System in vieler Hinsicht noch künstliche Züge aufweist. An solchen Stellen ist es aber als unfertig zu betrachten. Entscheidend ist die auf eine natürliche Klassifikation gerichtete Tendenz, die auf eine Ueberwindung solcher seinen Aufbau noch störenden künstlichen Einschläge hinzielt.

Ein lehrreiches Beispiel hierfür liefern die Pteridospermen, die man früher auf Grund ihres Habitus zu den Pteridophyten gezogen hat. Mit den Samenpflanzen (Gymnospermen) verbindet sie das Merkmal der Samenbildung. Sie scheinen also eine ausgesprochene Zwischenstellung einzunehmen, so daß der Eindruck entstehen konnte, als sei mit ihrer Entdeckung die Kluft zwischen den Pteridophyten und Gymnospermen vollständig überbrückt worden. *Janchen* (1911, S. 35) meint sogar, daß es schwer falle, „überhaupt noch unterscheidende Merkmale zwischen den Pteridophyten und Gymnospermen anzugeben". Aehnlich äußert sich *Harder* (1936, S. 441), wenn er sagt, daß es in diesem Bereich des Systems überhaupt schwierig sei, „zu entscheiden, wo die Grenze zu ziehen" wäre. Die Grenzziehung wird aber, wie *Troll* (1937, S. 178; 1949, S. 447) ausführt, nur so lange Schwierigkeiten bereiten, als man die Gestaltung des Embryos und damit den Grundtypus im vegetativen Verhalten der Pteridospermen noch nicht kennt. Denn darin sind die Pteridophyten und Gymnospermen bauplanmäßig geschieden. Der Bau der Wurzeln und Sprosse,

die axilläre Verzweigung und andere Merkmale sprechen durchaus dafür, daß auch der Embryo der Pteridospermen (ähnlich wie bei Cycadeoidea) nach Spermatophytenart bipolar gebaut war und die Keimpflanze, wenigstens anfänglich, allorhiz sich entwickelte. In (freilich nicht ausdrücklicher) Anerkennung all dieser Argumente werden die Pteridospermen heute bereits allgemein an den Anfang des Spermatophytensystems gestellt.

Auch Rückfälle in ein eigentlich überwundenes künstliches Gliederungsverfahren sind gelegentlich zu beobachten. So werden in *Arnolds* „Introduction to Palaeobotany" (1947), wohl nach dem Vorgange von *Eames,* auf S. 122 die beiden Pteridophytengruppen der Psilotales und Psilophytales unter der Bezeichnung „Psilopsida" zu einer Einheit höherer Ordnung zusammengefaßt und als solche den Pteropsida, Sphenopsida und Lycopsida koordiniert. Beide Abteilungen gleichen sich nun zwar in verschiedener Hinsicht, u. a. darin, daß ihre Vertreter zum Teil blattlose Sprosse ausbildeten. Bei den Psilophyten war die Blattlosigkeit großenteils sogar auf den gesamten Vegetationskörper ausgedehnt (z. B. Rhynia). Das Merkmal der totalen oder partiellen Blattlosigkeit war zweifellos entscheidend für die Aufstellung der Abteilung der Psilopsida. Doch ist damit kein essentieller Charakter getroffen. Was die beiden Gruppen der Psilotales und Psilophytales grundsätzlich scheidet, ist die Stellung, welche die Sporangien im Bauplan einnehmen. Sie sind in einem Fall (Psilotales) blattbürtig, im anderen dagegen achsenbürtig-terminal (Psilophytales). Dieser achsenbürtige Ursprung der Sporangien war es auch, der es den Psilophyten erlaubte, völlig blattlose Formen hervorzubringen. Denn wäre die Bildung der Sporangien an die Blätter gebunden gewesen, so hätte die Unterdrückung dieser Organe das Aussterben der Gruppe zur Folge gehabt. Alles in allem muß die Zusammenfassung der beiden Gruppen zu einer Klasse der Psilopsida demnach als künstlich bezeichnet werden. Ein ähnlich künstliches Verfahren wäre es etwa, wenn man die Samenbärlappe (Lepidospermen), eine fossile Pteridophytengruppe, bloß deshalb, weil sie bereits über das Merkmal der Samenbildung verfügten, zu den Samenpflanzen ziehen wollte, mit denen sie in ihrer sonstigen Organisation nichts zu tun haben.

3. Kapitel. *Das phylogenetische System*

§ 1. *Begriff des phylogenetischen Systems*

Der paläontologischen Durchforschung der Erdrinde verdanken wir die Erkenntnis, daß die rezente Organismenwelt eine bis in die ältesten geologischen Epochen zurückreichende Vergangenheit hat. Beim Studium dieser gewaltigen Geschichte sind wir freilich allein auf die Reste angewiesen, die uns in den Ablagerungen überkommen sind und als nach geologischen Epochen geordnete Dokumente vorliegen.

Das paläontologische Hintereinander forderte nun, wie *Troll* (1937, S. 45) weiter ausführt, zu einer Deutung als einem Auseinander auf, nämlich zu der Auffassung, daß die fossil erhaltenen Reste die Zeugen einer Entwicklungsgeschichte ungeheuersten Ausmaßes seien, die man sich als *Stammesgeschichte, Evolution* oder *Phylogenie* zu bezeichnen gewöhnt hat. Die Lehre von der Stammesgeschichte heißt *Abstammungslehre, Deszendenztheorie* oder *Phylogenetik.*

Verbinden wir den Gedanken der phylogenetischen Kontinuität des Organismenreiches mit dem praktischen Bedürfnis nach einer Einteilung derselben

zwecks größerer Uebersichtlichkeit, so gelangen wir zum Begriff des phylogenetischen Systems, wie *R. v. Wettstein* es auffaßt, nach dem die Pflanzen zu einem System gruppiert werden sollen, das „einerseits der wissenschaftlichen Forderung gerecht wird, eine Darstellung der entwicklungsgeschichtlichen Beziehungen der Pflanzen zueinander zu geben, andererseits dem praktischen Bedürfnis nach Uebersichtlichkeit entspricht." Der letztere Gesichtspunkt kann das Moment der Künstlichkeit kaum verleugnen. Wir geben deshalb *Haeckels* Definition den Vorzug. Sie knüpft an das natürliche System an und erblickt in ihm zugleich den wahren Stammbaum der Tier- und Pflanzenarten. Das *natürliche System* bildet also hier die *Grundlage des phylogenetischen, so zwar, daß dieses als eine durch die Einbeziehung des Abstammungsgedankens gewonnene Umdeutung des natürlichen Systems erscheint.*

Weiter sind in der Betonung der phylogenetischen Komponente des Systems neuere Autoren gegangen. So etwa kann nach *Winkler* (1939) „kein Zweifel sein, daß *Systematik im vollkommenen Sinne gleich Phylogenie* (richtiger: Phylogenetik. *Tr.* u. *M.)* ist." Nicht anders äußert sich *Hennig,* wenn er meint, es fielen die Aufgaben der allgemeinen biologischen Systematik mit denen einer speziellen Phylogenetik zusammen (1947, S. 278).

Von einer Gleichsetzung der Systematik und Phylogenetik kann nun natürlich streng genommen keine Rede sein. Phylogenie ist ein Prozeß, Systematik dagegen ein wissenschaftliches Gliederungsprinzip. Gemeint ist aber auch in solchen Fällen allgemein, daß das System den entwicklungsgeschichtlich-phylogenetischen Werdegang des Organismenreiches gleichsam in Abbreviaturen wiederzugeben habe. An die Stelle des natürlich-morphologischen Systems trat also das Bemühen um die Aufstellung eines natürlich-phylogenetischen Systems. Es wäre auf diese Weise, mit *Zimmermann* (1930, S. 7) zu reden, „die ‚natürliche' Systematik durch den Sieg des phylogenetischen Gedankens sozusagen legitimiert" worden.

Fragen wir, was das phylogenetische System (oder richtiger: die Versuche, zu einem solchen zu gelangen) gegenüber den morphologischen Systematisierungsbestrebungen eigentlich auszeichnet. Zweifellos liegt der Unterschied in der Auffassung des *Verwandtschaftsbegriffes.*

Verwandtschaft bedeutet im natürlichen System morphologischer Prägung den Ausführungen auf S. 118 zufolge Aehnlichkeit im Typus oder Bauplan. Natürliche Verwandtschaft ist hier gleichbedeutend mit typologischer Verwandtschaft. Darin hat sich an sich bis heute nichts geändert. Nur hielt die ältere Systematik an der Annahme von der Konstanz der Arten fest. Sie dachte also noch nicht an ein „objektiv reales Band zwischen zwei verwandten Organismen", was *Sachs* (1875, S. 119) Veranlassung war, gegen sie und das heißt: gegen die typologische Systematik, grundsätzlich zu polemisieren. Insbesondere mißversteht er den Typusbegriff und den auf ihm beruhenden Begriff der natürlichen Verwandtschaft nominalistisch, wenn er (a. a. O., S. 118) sagt: „ein naturwissenschaftlicher Sinn ließ sich mit diesem mysteriösen Begriff nicht verbinden." Die geschichtliche Entwicklung selbst hat ihn widerlegt. Denn gerade dieser Begriff war es, mit dem sich in der Folge der Deszendenzgedanke verband, dem man einen „naturwissenschaftlichen Sinn" doch gewiß nicht absprechen wird.

Es war insbesondere *Darwin,* der hier an den typologisch fundierten Verwandtschaftsbegriff der älteren Systematik anknüpfte, indem er in Kapitel XIV seines Hauptwerkes die „Einheit des Typus" durch die Gemeinsamkeit

der Abstammung erklärt und in ihr „the one known cause of close similitarity in organic beings“ erblickt. Der Typusbegriff kann also, wenn er diese Umdeutung zuließ, gar nicht jenes „Mysterium“ gewesen sein, zu dem *Sachs* ihn stempelte. Er muß selbst schon einen eminent naturwissenschaftlichen Sinn umschlossen haben, d. h. natürlich gewesen sein. Neu war also lediglich, daß man die Auffassung von der Konstanz der Arten aufgab und den Gedanken der typologischen Verwandtschaft um die Konzeption eines genealogischen Zusammenhanges der organischen Wesen bereicherte, in die nunmehr der typologische Verwandtschaftsbegriff einging, ohne allerdings darin aufzugehen.[6]) Dieser Punkt bereitet dem Verständnis erfahrungsgemäß erhebliche Schwierigkeiten, weshalb wir noch näher auf ihn eingehen müssen.

§ 2. *Welches Ordnungsprinzip liegt dem phylogenetischen System zugrunde?*

Wir knüpfen hier an eine Bemerkung *Ludwigs* an, der meint: „Ohne die evolutorische Betrachtungsweise wäre es nicht möglich, in dieses scheinbare Chaos (der organischen Formenmannigfaltigkeit. *Tr.* u. *M.)* Ordnung zu bringen“ (1949, S. 234). Diese Aeußerung kann als eine Besonderung jenes schon auf S. 107 angeführten Satzes von *Reichenbach* betrachtet werden, der von dem „Chaos der fließenden Welt“ spricht und seine wissenschaftliche Bewältigung dem Nominalismus überläßt: in die chaotische, an sich ordnungslose Mannigfaltigkeit werde ein Begriffssystem derart hineindefiniert, daß dieses Chaos als ein geordnetes Fließen erscheint.

Nun ist die Evolution naturgemäß eine Fluktion. Die evolutorische Betrachtungsweise, deren Bedeutung selbstverständlich außer Zweifel steht, muß also, *wenn sie, wie es in der Regel geschieht, nur das fluktive Werden als solches ins Auge faßt,* ein allenfalls vorhandenes Ordnungsprinzip übersehen, mit dem Ergebnis, daß sie keine systematische Ordnung aufzubauen vermag. Abstammungshypothesen können diese keinesfalls ersetzen. Um auf der Grundlage einer als bloße Fluktion verstandenen Evolution zu einer systematischen Ordnung zu gelangen, müßte man ein Ordnungsprinzip in nominalistischer Weise künstlich einführen. Damit wäre aber nicht ein natürliches, sondern wieder ein künstliches System gewonnen, d. h. ein Rückschritt in die Zeit erzielt, die der Aufstellung des natürlichen Systems vorausgeht. Das phylogenetische Prinzip für sich allein reicht somit zur Begründung eines Systems nicht aus. Es leistet bei absoluter Handhabung im Gegenteil der Verkennung der natürlichen Ordnung zugunsten eines bloß fließenden und das heißt: ordnungslosen Werdens Vorschub.

In dieser Hinsicht sind die einschlägigen Ausführungen *Wettsteins* (1935, S. 17) recht aufschlußreich. Darnach wäre die phylogenetische Systematik zwar „wissenschaftlich wertvoller“ als die morphologische, dieser gegenüber aber „weniger klar und übersichtlich“. Ja, es wäre nach *Wettstein* das vollständig durchgeführte phylogenetische System praktisch überhaupt nicht mehr brauchbar. Einen Ausweg aus diesem Dilemma erblickt *Wettstein* in einem Kompromiß zwischen morphologischem und phylogenetischem Vorgehen. So, meint er, würde auch dem „praktischen Bedürfnis nach Uebersichtlichkeit“ Genüge getan. Die Rolle, die *Wettstein* der morphologischen Systematik zuweist, wäre also die, eine dem praktischen Bedürfnis dienende künstliche Ordnung zu ermöglichen. Dieser Anforderung wurden aber schon die künstlichen Systeme gerecht. Uns scheint demnach, daß *Wettstein* den wahren

Wert des morphologisch-typologischen Vorgehens und infolgedessen auch das Wesen der phylogenetischen Betrachtungsweise verkennt.

Wir fragen also: Welches ist die dem phylogenetischen System zugrundeliegende Methode der Klassifikation? Wie u. a. *Troll* (1937, S. 4) ausgeführt hat, sind für die Phylogenetik zunächst und in erster Linie zugänglich die rezenten Organismen. Sie liefern denn auch, vermehrt um die fossilen Funde, das wertvollste Material zur Verwandtschaftsforschung, wobei der Grad der Verwandtschaft auf Grund von Aehnlichkeiten der verschiedensten Art, u. a. solchen der histologischen und cytologischen Struktur, aber auch des biochemischen Verhaltens bestimmt wird. Am wichtigsten aber war und ist die morphologische Aehnlichkeit. Ueber sie entscheiden die Kriterien der vergleigleichenden Morphologie (Typologie), die auch dort die leitenden Gesichtspunkte gibt, wo man mit anderen Methoden an Verwandtschaftsfragen herantritt. Es ist deshalb, wie *Ungerer* (1922, S. 82) mit Recht sagt, gar nicht anders zu erwarten, als daß auch die auf „reale" Abstammungsverhältnisse zielende, phylogenetisch unterbaute vergleichende Anatomie oder Morphologie insgeheim mit den Begriffen der Typologie arbeitet und sie in Wirklichkeit, trotz gegenteiliger Ansicht vieler Phylogenetiker, nur scheinbar durch den Gedanken der Entwicklung ersetzt hat (wie wäre dies ernsthaft auch möglich!). Selbst *Strasburger* gibt, wie *Troll* a. a. O. weiter ausführt, zu, daß die „phylogenetische Methode" eine *indirekte,* zunächst auf die durch Aufnahme des ontogenetischen Prinzips vertiefte vergleichende Methode sich gründende Forschungsweise sei. Auch *Bower* (1928, S. 285), ein um die Phylogenetik gewiß hochverdienter Forscher, sagt nach einer Aufzählung und Bewertung der für die Abstammungslehre wichtigen biologischen Forschungsmethoden: „All these methods of enquiry should be coordinated, and the student of Deszent should be cognisant of them all: but Comparative Morphology, checked by the positive facts of Palaeontology, must still the chief foundation on which to base phyletic conclusions." Eine eigentliche phylogenetische Methode gibt es also nicht, wie *Troll* a. a. O. zusammenfassend feststellt. Phylogenie ist eine Umdeutung der von der typologischen Morphologie erfaßten Formzusammenhänge, und deshalb nur soweit ausbaufähig, als die Paläontologie „Urkunden" des historischen Werdeganges der Organismen liefert. Klarstens hat sich in diesem Sinne *Danser* (1942) vom Standpunkt des Systematikers aus geäußert, wenn er sagt, es sei das Studium der Phylogenie völlig abhängig von der Typologie. Die Phylogenetik könne sogar nicht einmal anders denken als in natürlichen, d. h. typologischen Gruppen. Der Phylogenetiker „wird einfach von der Typologie mitgerissen ... Und will er sich davon losmachen, so ist er willkürlichen Phantasien überliefert und kann jede beliebige Form aus jeder beliebigen anderen ableiten." Das wäre der Zustand methodologischer Auflösung, der auch die phylogenetische Systematik heute weithin kennzeichnet. Das ist es, was *Driesch* (1911, S. 50) meint, wenn er sagt, es habe „die Deszendenztheorie die Systematik verdorben".

Wenn somit *Wettstein* am phylogenetischen System die Uebersichtlichkeit vermißt, so liegt das an seiner Auffassung von der Phylogenie, der ein fundamentaler Mangel anhaftet, der Mangel nämlich des Fehlens typologischer Gesichtspunkte. Nicht einmal der Begriff des Typus (Bauplans) findet sich bei ihm, was in höchstem Maße bezeichnend ist. Es wird sich deshalb empfehlen, die Frage nach dem Verlauf der phylogenetischen Entwicklung wenigstens in den allgemeinsten Zügen kurz zu erörtern.

§ 3. *Der Verlauf der phylogenetischen Entwicklung*

In der Frage nach dem Verlauf der Evolution stehen zwei Grundauffassungen einander gegenüber: der Darwinismus und die Typostrophenlehre. Eine Entscheidung darüber, welche der beiden Theorien den tatsächlichen Verhältnissen entspricht, soll und kann in diesem Zusammenhang nicht gefällt werden. Was uns hier interessiert, sind die unterschiedlichen Gesichtspunkte, mit denen sie der wissenschaftlichen Erfassung des evolutorischen Geschehens gerecht zu werden suchen.

Die darwinistische Auffassung haben wir bereits kurz gekennzeichnet (S. 115). Charakteristisch dafür ist der Gedanke, daß die Evolution an sich völlig richtungs- bzw. ordnungslos verläuft. Die uns in der typologischen Gradation des Organismenreiches entgegentretende Ordnung wäre nach ihr, obwohl wir sie schon aus den ältesten erdgeschichtlichen Epochen kennen, ein sekundäres Phänomen, erzeugt durch Selektion, die mehr oder minder isolierte Formengruppen — sie entsprächen den systematischen Kategorien — hinterlassen soll. Ergänzend muß noch angeführt werden, daß nach darwinistischer Ansicht der gesamte phylogenetische Prozeß auf bloßem Artwandel, d. h. darauf beruht, daß Art zu Art sich umbildet. Die Merkmale der höheren systematischen Kategorien wären hiernach das Ergebnis einer bloßen Addition von Artmerkmalen.

Ganz anders die ebenfalls schon kurz erwähnte, hauptsächlich an den Namen *Schindewolfs* geknüpfte *Typostrophenlehre.* Sie stellt ins Zentrum ihrer Ueberlegungen die von der Paläontologie enthüllte *Periodizität* der stammesgeschichtlichen Entwicklung und erblickt in ihr einen Wesenszug der Evolution. Diese verlief nach ihr also nicht als gleichmäßig fortschreitender, kontinuierlicher Vorgang, wie ihn der Darwinismus voraussetzt; vielmehr zerfällt sie in Zyklen verschiedener Größenordnung, deren jeder drei Phasen mit verschiedenem Entwicklungstempo und verschiedener Entfaltungsweise erkennen läßt.

„Am Beginn steht jeweils eine Phase stürmischer Formbildung, welche die neue stammesgeschichtliche Entwicklungsrichtung einleitet und in einem verhältnismäßig kurzen Zeitabschnitt sprunghaft eine Fülle neuer Organisationstypen hervorbringt. Sie wird abgelöst von einer langwährenden Periode ruhiger, langsamer Fortbildung und Ausgestaltung der in der ersten Phase gelegten Formgrundlage. Die für sie bezeichnende zunehmende Spezialisierung geht dann schließlich im Endabschnitt des Stammeszyklus in Ueberspezialisierung über" (*Schindewolf* 1947, S. 3). Es handelt sich hierbei um eine ganz allgemeine Gesetzmäßigkeit, die uns, wenigstens im Tierreich, überall entgegentritt. Die fossile Pflanzenwelt ist darauf noch nicht hinreichend geprüft. Zweifellos handelt es sich beim Uebergang von den Pteridophyten zu den Gymnospermen (Spermatophyten), allen Aehnlichkeiten zum Trotz, die etwa im Generationswechsel bestehen, um eine solche Typostrophe, weswegen auf die Ausführungen des 2. Kapitels (S. 119) verwiesen sei.

Zusammenfassend stellt *Schindewolf* (a. a. O., S. 14; auch 1950, S. 253 f.) fest: „Entgegen dem Darwinismus vermögen wir im *Artenwandel nicht das ausschließliche und ausschlaggebende Mittel der Stammesentwicklung* zu sehen. Weit wesentlicher erscheinen uns die Typen-Umgestaltungen oder *Typostrophen* größeren Ausmaßes, die nicht durch eine *Addition von Artmerkmalen,* durch allmähliche Steigerung der Art- zu Gattungs-, der Gattungs- zu Familien-Unterschieden zustande kommen, sondern abseits vom Wege der

Artbildung *durch direkte Umbildungsschritte der bezeichnenden Typenmerkmale* von Klasse zu Klasse, dann absteigend von der Klasse zur Ordnung, von dieser zu einer neuen Ordnung usf. führen. Die Umbildung von Art zu Art stellt demgegenüber nur *einen,* und zwar den ergebnisärmsten Sonderfall dar, der sich dem allgemeinen Prinzip des Typostrophismus unterordnet."

Die paläontologischen Befunde sowie weitere, daran anknüpfende logische und biologische Ueberlegungen sprechen, wie *Schindewolf* (1947, S. 17) hervorhebt, übereinstimmend für die Berechtigung der Typostrophenlehre. „Sie allein macht den Tatbestand verständlich, daß geschlossene, kontinuierliche Entwicklungsreihen stets nur aus dem Rahmen der einzelnen Typengefüge bekannt sind, daß diese Reihen mit Regelmäßigkeit aber an den Stellen abreißen, wo die Entstehung der betreffenden Bauplanorganisation anzunehmen ist. Hier bestehen überall *Diskontinuitäten,* die nicht durch lange Reihen von Uebergangsformen überbrückt sind, ein Verhalten, das mit dem Schlagworte von der Lückenhaftigkeit der Ueberlieferung nicht aus der Welt geschafft werden kann; denn wenn die (unbestreitbar lückenhafte) Fossil-Erhaltung ausreicht, innerhalb der Typen einigermaßen geschlossene Umbildungsreihen nachzuweisen, dann müßte das auch über die Grenzen hinweg der Fall sein, bzw. derartige Grenzen dürften überhaupt nicht in Erscheinung treten."

Zweifellos wird die Typostrophenlehre dem uns in der Erfahrung gegebenen umfangreichen Bestand an Tatsachen in viel höherem Maße gerecht als der Darwinismus. Vor allem nimmt sie das Faktum der typologischen Gradation des Organismenreiches in sich auf, um es in Form der Theorie festzuhalten. Der Darwinismus dagegen ist ja geradezu in der Absicht erfunden, dieses seiner nominalistischen Grundhaltung widersprechende Faktum zu umgehen, was bis heute freilich nicht gelungen ist.

Was hier besonders betont zu werden verdient, ist der Umstand, daß „nur der Vorstellungskreis des Typostrophismus ein volles *Verständnis des natürlichen Systems* der Organismen mit seiner abgestuften Formenmannigfaltigkeit und seiner hierarchisch verschachtelten Typengliederung bietet. Nach der Lehre Darwins von der richtungslosen Artbildung ist diese System-Hierarchie nicht oder nur mit gezwungenen Hilfsannahmen deutbar" (*Schindewolf* 1947, S. 18; ebenso 1950, S. 301).

Wenn also das phylogenetische System der Naturwirklichkeit entsprechen soll, so muß es dem Inhalt der Typostrophenlehre Rechnung tragen, das aber heißt: es muß den Gedanken des Typus in sich aufnehmen.

§ 4. *Verhältnis von Phylogenetik und Systematik*

Nach *Tschulok* (1910, S. 152) wäre es *Häckel* erst durch die „Identifizierung der Systematik mit Phylogenie" gelungen, „der Systematik die Anerkennung einer wissenschaftlichen Disziplin wiederzugewinnen"[7]). Und auch *Zimmermann* (1930, S. 7) meint, wie schon angeführt wurde, es sei der Sieg des phylogenetischen Gedankens gewesen, der die „natürliche" Systematik legitimiert habe. Die Anführungszeichen sollen wohl besagen, es hätte diese vorher das Prädikat „natürlich" noch gar nicht eigentlich verdient. Es wäre also das Verfahren der vordarwinschen Systematik illegitim gewesen in dem Sinne, daß es keine rechtmäßige Methode besessen habe. Denn das typologische Vorgehen wird ja von seiten der radikalen Phylogenetiker nicht als legitime Methode anerkannt.

Nun haben wir aber in Uebereinstimmung mit anderen Autoren, deren Reihe sich noch um den Namen *Remanes* (1948, S. 260) erweitern ließe, festgestellt, daß auch die phylogenetische Systematik mit den älteren typologischen Begriffen weiterarbeitet und sie insofern, wenn auch stillschweigend, als legitim anerkennt. Schon aus diesem Grunde können die angeführten Aussagen *Tschuloks* und *Zimmermanns* nicht zutreffen.

Wie wenig dies in der Tat der Fall ist, lehrt ein Blick auf den Bereich der Chemie, insbesondere auf das periodische System der Grundstoffe, das geradezu als Muster eines natürlichen Systems angesprochen werden kann, auch insofern, als sein Ausbau gegenüber dem System der Organismen weitgehend abgeschlossen und jeder Fragwürdigkeit enthoben ist.

Auch im periodischen System der Elemente kann man — wir beziehen uns hier auf die grundlegenden Erörterungen von *K. L. Wolf* (1948, S. 21 ff.) — von Individuen, Arten, Gattungen und Familien sprechen. Individuum ist hier das Atom. In der Art haben wir sodann eine Gruppe von Individuen oder Atomen zu erblicken, die sich auf Grund übereinstimmenden Aufbaues und Verhaltens als Glieder einer natürlichen Stoffgemeinschaft erweisen. Aehnliche Arten faßt man zu Gattungen, ähnliche Gattungen zu Familien zusammen.

Was zunächst die Erfassung von Individuum und Art anlangt, so besteht hierin ein auffallender Unterschied zwischen der chemischen und der biologischen Systematik. Während nämlich im Tier- und Pflanzenreich die Art erst vom Individuum her erschlossen werden muß, bedurfte es im Stoffreich langer und mühevoller Forschung, bis das Atom als Individuum erkannt und als solches wahrgenommen wurde. Denn die elementaren Atome liegen unter dem unmittelbaren Wahrnehmungsvermögen des Menschen. Hingegen tritt uns die Art als Gruppe atomarer Individuen hier ohne weiteres entgegen, wenn wir etwa an Gold, Quecksilber oder Chlor denken.

Als Gattungen haben wir Gruppen ähnlicher Arten bezeichnet. Gattungen in diesem Verständnis sind im periodischen System der Grundstoffe die Gruppen der Edelgase, der Alkalien, der Erdalkalien oder der Halogene. Unter sich näher verwandte Gattungen schließlich begründen eine Familie. Als Beispiele seien etwa die Gattungen der Alkalien und Erdalkalien genannt. Erstere bilden zusammen mit der nah verwandten Gattung Kupfer—Silber—Gold, letztere mit der ihnen nahestehenden Gattung Zink—Cadmium—Quecksilber je eine natürliche Familie. In der üblichen Schreibweise des periodischen Systems sind es die „Gruppen", die einer Familie entsprechen, während die „Hauptgruppen" und „Nebengruppen" jeweils verwandte Gattungen darstellen. Alle diese Einheiten tragen in höchstem Maße natürlichen Charakter. Worauf aber beruht diese Natürlichkeit der Gruppierung?

Von abstammungsmäßigen Zusammenhängen kann jedenfalls so wenig die Rede sein wie bei den Mineralien, die sich ebenfalls systematisch gruppieren lassen[8]). Zwar hat man versucht, auch das periodische System der Elemente in Form eines „Stammbaumes" darzustellen (*R. Müller* 1944). Auf die diesbezüglichen Ueberlegungen brauchen wir hier jedoch nicht einzugehen, da sie, so interessant sie sind, günstigenfalls nur als Hypothesen gewertet werden können. Maßgebend für die natürliche Gruppierung der Grundstoffe im periodischen System sind vielmehr typologische Beziehungen. Es liegt ihr also eine urbildliche Methode zugrunde. Schon der erste Ansatz zur Gewinnung einer natürlichen Ordnung bei *J. W. Döbereiner* zeigt klar typologisches

Gepräge. Denn was Döbereiner erstrebte, war eine „Gruppierung der elementaren Stoffe nach ihrer Analogie", das aber heißt in heutiger Sprache: nach ihrer Typologie.

Dem Aufbau der Atome liegt ein einheitlicher Plan (Typus) zugrunde. Dieses „Urbild des elementaren Atoms" (*K. L. Wolf* 1950) ist gegeben durch einen massetragenden, positiv elektrisch geladenen Kern und eine die äußere Gestalt bestimmende, den Kern umschließende Hülle negativer Elektrizitätsträger (Elektronen), die sich, ganz allgemein gesprochen, aus einzelnen, von Elektronen besetzten „Schalen" aufbaut.

Das Urbild nun ist bei den einzelnen Arten, Gattungen und Familien der Grundstoffe in bestimmter Weise besondert. So etwa sind die Edelgase sämtlich dadurch ausgezeichnet, daß die Außenschale mit 8 Elektronen besetzt und damit abgeschlossen ist. Dies ist das die Gattung kennzeichnende typologische Merkmal. Unterschieden sind die einzelnen Arten der Edelgase voneinander durch die Zahl der Elektronenschalen. Dasselbe gilt etwa für die Gattungen der Alkalien und der Erdalkalien, bei denen der Gattungscharakter dadurch gegeben ist, daß die Außenschale nur mit einem bzw. mit zwei Elektronen besetzt ist, usw.

Alles in allem weist das *periodische System der Grundstoffe* also *eine streng typologische Gliederung* auf. Der Typus des elementaren Atoms in seinen verschiedenen Besonderungen gibt die kategorialen Einheiten dieses Systems ab, dessen Natürlichkeit bzw. natürliche Ordnung eben hierdurch begründet ist. Nur darauf kommt es bei der Systematik an. Denn gesetzt auch, die einzelnen Stoffarten stünden in stammesgeschichtlichen Beziehungen zueinander, die Ordnung, in der sie zum System gruppiert sind, könnte daraus nicht abgeleitet werden.

Diese Argumentation läßt sich nun auf das natürliche System der Organismen übertragen. Für sie steht der deszendenzmäßige Zusammenhang außer Zweifel. Aber er vermag auch hier kein System zu begründen, es sei denn, daß der phylogenetische Prozeß selbst einer höheren, im System ausgesprochenen Gesetzmäßigkeit folgt[9]).

Der Darwinismus leugnet Derartiges, so haben wir ausgeführt, grundsätzlich. Nach ihm kann es kein System im Sinne einer typologisch fundierten natürlichen Ordnung geben. Was uns in der Natur als solche entgegentritt, ist von sekundärer Art und wird als Produkt des Zufalls und der äußeren Bedingungen gedeutet, zweier Faktoren, die in dem Begriff der Selektion miteinander verbunden sind.

Anders die Typostrophenlehre. Auch sie denkt phylogenetisch. Darin herrscht Uebereinstimmung mit dem Darwinismus. Sie nimmt aber auch den Grundgedanken der Typologie in sich auf und erkennt somit im Grunde an, daß die Formbildung einer den bloß genealogischen Zusammenhang der Wesen übergreifenden Ordnung folgt. Deshalb ist auf ihrer Grundlage auch eine natürliche Systematik möglich, der die Aufgabe zufällt, diese Ordnung aus den empirischen Gegebenheiten herauszuheben und im System darzustellen.

Nunmehr sind wir in den Stand gesetzt, die Frage zu entscheiden, ob das natürliche, durch seine typologische Fundierung gekennzeichnete System der Legitimation durch die Phylogenie bedarf. Die Antwort kann nach den vorausgegangenen Ausführungen nur mit einem klaren Nein gegeben werden. Phylogenie für sich allein ist überhaupt nicht in der Lage, ein System zu lie-

fern. Auch *Schindewolf* (1928, S. 137 und 1950, S. 460 f.) trifft die Entscheidung auf unsere Frage fast mit den gleichen Worten wie wir. Das natürliche System empfängt seine Legitimation vielmehr durch die typologische Methode samt allen ihr zu Gebote stehenden Hilfsmitteln.

Gleichwohl besteht die Forderung nach dem Ausbau eines „phylogenetischen Systems" zu Recht. Denn das Organismenreich weist eben einen historischen Werdegang auf. Nur kann es sich nicht um den Ersatz des morphologisch-typologischen Systems durch ein phylogenetisches handeln, sondern darum, das morphologische System phylogenetisch zu interpretieren. Diese Formulierung bezieht sich insbesondere auf den Verwandtschaftsbegriff, der durch die Phylogenetik einen neuen und eindeutigen Sinn erhalten hat und nunmehr auch den Gedanken eines abstammungsmäßigen Zusammenhanges einschließt. Das natürliche System ist somit nicht in erster Linie phylogenetisch, sondern morphologisch-typologisch, als solches aber um das phylogenetische Prinzip bereichert.

Schluß. Zukunft der Systematik

Beim Blick auf die Entwicklung, welche der taxonomische Zweig der Biologie seit der Zeit genommen hat, in der die Grundlagen des natürlichen Systems geschaffen worden sind, entsteht unweigerlich der Eindruck eines fortschreitenden Niederganges. Es mehren sich die Stimmen, die von der Notwendigkeit einer Erneuerung sprechen (z. B. *Schellenberg* 1931 und *Buxbaum* 1944).

Alle diese Vorschläge zu einer Reorganisation gehen aber weithin am Wesen der Sache vorbei. Sie verkennen, daß der Niedergang der Taxonomie, abgesehen von mehr akzessorischen Ursachen, deren Bedeutung nicht verkannt werden soll, seine eigentliche Begründung in der Vernachlässigung der typologischen Methode findet. Diese selbst aber ist wieder Symptom jener geistesgeschichtlichen Situation, die das Umsichgreifen der nominalistischen Denkweise geschaffen hat. Bezeichnend hierfür ist, daß *Sachs* (1878, S. 208) es gewagt hat, den Standpunkt „ächter Naturforschung" mit Nominalismus zu identifizieren.

Der Nominalismus äußert sich auf dem Gebiet der Biologie in mannigfachen Formen. Hier interessiert uns nur seine Stellungnahme in der Bauplanfrage. Es sei wiederum an *Sachs* erinnert, der, wenn er den Begriff des Typus als bloß subjektives Produkt des Verstandes aufgefaßt wissen möchte (1878, S. 208), leugnet, daß ihm eine Realität in der Natur entspricht. Kein Wunder, wenn *Haase-Bessell* (1941, S. 238) ihn sogar als Schlagwort geringschätzig abtut. Welch groteskes Fehlurteil diese Behauptung umschließt, lehrt ein Blick auf die Chemie, in der das Moment der Planmäßigkeit, auch abgesehen von den Atomen, zu einem beherrschenden Thema geworden ist. So spricht, um nur zwei Beispiele zu nennen, *P. Jordan* (1949, S. 413) geradezu von einem „idealen Bauplan der Proteine"; und von den Makromolekülen, sonderlich denen der Eiweißkörper, sagt *M. Staudinger* (1950, S. 202), sie seien „Meisterstücke molekularer Architektonik", was natürlich die Existenz eines strengen Bauplanes (Typus) voraussetzt.

Bei der typologischen Fundierung der systematischen Kategorien muß sich die nominalistische Verkennung des Typusbegriffes aber auch auf die Taxonomie nachhaltig auswirken. Die Kategorien werden so ebenfalls im Sinne des Nominalismus als bloß subjektive Produkte unseres Verstandes mißdeutet,

mit dem Ergebnis, daß dem natürlichen System das Rückgrat gebrochen wird. Daß die phylogenetische Interpretation hierfür keinen Ersatz zu schaffen vermag, haben wir dargetan. Man sieht also, daß der Niedergang der Systematik aufs engste mit dem nominalistischen Standpunkt zusammenhängt, den die neueren Systematiker ihren Vorgängern gegenüber weithin einnehmen.

Was somit vor allem nottut, wenn dem Niedergang der Systematik Einhalt geboten werden soll, ist die Wiedergewinnung einer realistischen Sicht in Morphologie und Taxonomie. Darin fügt sich die Lage der Systematik der Situation ein, in der sich die Naturwissenschaft als Ganze derzeit befindet. Es kann hier auf *Trolls* Abhandlung über die Grundlagen des Naturverständnisses (1949 b) verwiesen werden, die mit der Feststellung endet, daß die Naturwissenschaft vor der Wahl steht, entweder die Hinwendung zum Realismus zu vollziehen oder aber unter Preisgabe ihres Erkenntnisauftrages zu bloßer Technik zu entarten.

[1]) *Goethe, W. von,* Noten und Abhandlungen zum besseren Verständnis des west-östlichen Divans, Naturformen der Dichtung.

[2]) Schon der mit *A. Braun* befreundete *Agassiz* sagte (1866, S. 64, zit. nach *Steiner* 1938, S. 8), daß „nur dasjenige das einzig wahre System ist, welches in der Natur existiert, und daß sich daher niemand anmaßen sollte, ein eigenes System aufzustellen".

[3]) Vergl. zur weiteren Charakterisierung des Typusbegriffes die Ausführungen unten auf S. 117.

[4]) Es liegt diesen Ausführungen der Begriff der „latenten Anlage" zugrunde, dem heute ein durchaus objektiver Inhalt zukommt. Auch bei seiner Erörterung ist *Klebs* auf Abwege geraten. Er schreibt: „Analysiert man den Begriff (‚latente Anlage') etwas genauer, so erkennt man sofort, daß sein wesentlicher Bestandteil gar nicht der Erfahrung entstammt, sondern eine logische Voraussetzung ist, die wir gemäß der Organisation unseres Geistes zu machen genötigt sind. Wenn wir irgend etwas an irgendeinem Organismus beobachten, so müssen wir stets die Fähigkeit dazu voraussetzen, wir denken sie uns anhaftend an die angenommene innere Struktur. Was daher *Goebel* und *de Vries* von den Anomalien sagen, ist nichts irgendwie Charakteristisches, sondern etwas Selbstverständliches, das für jedes Geschehen in der toten und lebenden Natur gilt; es handelt sich immer um eine in der Natur eintretende oder künstlich von uns herbeigeführte Verwirklichung vorauszusetzender Potenzen" (1906, S. 86). Auch hierin („angenommene innere Struktur", s. o.) offenbart sich eindringlich *Klebs'* im Nominalismus befangene Grundhaltung.

[5]) Wohlgemerkt: nicht die Begriffe sind real, sondern der von ihnen gemeinte, im Objekt vorgegebene Sachverhalt. Darauf bezieht sich *Driesch's* Bemerkung, daß er kein Begriffsrealist sei (1928, S. 199). *Driesch* ist ganz unserer Meinung, wie aus folgendem Satz hervorgeht: „Das Typische, gleichgültig in welcher Form es entstanden, ist nach unserer Auffassung realistisch zu verstehen; das nicht im echten Sinne Typische nominalistisch" (1941, S. 76 f).

[6]) Vergl. dazu die Ausführungen *Trolls* (1928, S. 29 f), die beweisen, daß *Darwin* im Irrtum war, wenn er glaubte, die Gemeinsamkeit der Abstammung sei die einzig bekannte Ursache für die typologische Aehnlichkeit (1876, Kap. XIV).

[7]) Für *Tschulok* selbst ist Systematik „Wissenschaft auch ohne Phylogenie" (1910, S. 232).

[8]) Im Hinblick auf sie heißt es bei *Darwin,* es gebe „keine Beziehung der Klassifikation zur genealogischen Aufeinanderfolge", und es ließe sich „für jetzt kein Grund angeben, warum sie in Gruppen zerfallen" (1876, S. 494).

[9]) *Schindewolf* (1928) tritt mit Nachdruck dafür ein, daß die Systematik als solche *„ihrem Wesen nach logische Autonomie"* besitzt. „Phylogenetische Betrachtungsweisen und Ausdrucksformen haben in ihr nichts zu suchen . . ." (S. 132). „Wenn so die Deszendenztheorie mit ihrem Sonderzweige der Phylogenie ohne Einfluß auf die logisch autonome Systematik ist, so bildet umgekehrt das natürliche System die Grundlage und Propädeutik der allgemeinen Abstammungslehre wie speziellen Abstammungsgeschichte" (S. 131). Ebenso 1950, S. 456, S. 460 und S. 470 f.

Literatur:

Arnold, Ch. A. 1947. An Introduction to Palaeobotany. New York and London.
Bower, F. O. 1928. The Ferns, 3. Bd. Cambridge.
Buxbaum, F. 1944. Ursachen des Verfalls der botanischen Systematik und Wege zur Erneuerung. Biologia generalis *17*, 447.
Candolle, A. P. de 1814. Theoretische Anfangsgründe der Botanik, übersetzt von J. J. Römer. Zürich.
Chodat, R. 1928. Les clones chez les Algues inférieurs. Z. indukt. Abst.- und Vererbungslehre, Suppl. I (Verh. 5. Intern. Kong. f. Vererbungswiss., Berlin 1927). Leipzig.
Claus, C. 1932. Lehrbuch der Zoologie, bearb. von K. Grobben u. A. Kühn. Berlin und Wien.
Danser, B. H. 1942. Typologische und phylogenetische Systematik, Physis, Heft 1, 52.
Darwin, Ch. 1876. Ueber die Entstehung der Arten, übersetzt von J. V. Carus. Stuttgart.
Driesch, H. 1911. Die Biologie als selbständige Grundwissenschaft. Leipzig.
— 1928. Philosophie des Organischen. Leipzig.
— 1941. Biologische Probleme höherer Ordnung. Bios *11*, 76.
Frank, Th. 1932. Naturwissenschaft. Handwörterbuch d. Naturw., 2. Aufl., *7*, 1949. Jena.
Gerber, A. 1949. Grundriß der Zoologie. München.
Goebel, K. 1928. Organographie der Pflanzen. 1. Teil. Allg. Organographie, 3. Aufl. Jena.
Haase-Bessell, G. 1941. Evolution. Der Biologe *10*, 238.
Harder, R. 1936. Pteridophyta. In Lehrbuch d. Bot. f. Hochsch., 19. Aufl. Jena.
Heberer, G. 1942. Makro- und Mikrophylogenie. Der Biologe *11*, 172.
Hennig, W. 1947. Probleme der biologischen Systematik. Forschungen und Fortschritte, 21/23. Jahrg., Heft 25/26/27, 276.
— 1949. Zur Klärung einiger Begriffe der phylogenetischen Systematik, Forschungen und Fortschritte, 25. Jahrg., Heft 11/12, 136.
Hülsbruch, W. 1932. Beiträge zur Kenntnis der Gattung Dysophylla und einiger anderer Labiaten. Flora N. F. *26*, 329.
Janchen, E. 1911. Neuere Vorstellungen über die Phylogenie der Pteridophyten. Mitteil. d. Naturw. Vereines an der Univ. Wien, 9. Jahrg., Nr. 3, 33.
Jeans, Sir J. 1944. Physik und Philosophie. Zürich.
Jessen, F. W. 1864. Botanik der Gegenwart und Vorzeit. Leipzig.
Jordan, P. 1949. Svedbergs 2^n3^m-Gesetz der Eiweißmoleküle. Naturw. Rundschau (Stuttg.) *9*, 411.
Klebs, G. 1903. Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena.
— 1906. Ueber künstliche Metamorphosen. Abhandlungen der Naturforschenden Ges. zu Halle, *25*, 25.
Lester und Millot 1947. Grundriß der Anthropologie, übersetzt von F. Falkenburger. Lahr/Baden.
Linné, C. v. 1755. Philosophia Botanica. Wien.
Lorenz, K. 1943. Die angeborenen Formen möglicher Erfahrung. Zeitschr. für Tierpsychologie *5*, 319.
Ludwig, W. 1949. Symmetrieforschung im Tierreich. Studium generale, 2. Jahrg., 231.
Mansfeld, R. 1949. Ueber den Artbegriff in der systematischen Botanik. Biolog. Zbl. *67*, 320.
Mertens, R. 1947. Die „Typostrophen-Lehre" im Lichte des Darwinismus. Frankfurt a. M.
Mettenius, C. 1882. Alexander Braun's Leben. Berlin.
Müller, R. 1944. Ueber die Entfaltungsordnung und den Stammbaum der chemischen Grundstoffe. Die Gestalt, Heft 15. Halle (Saale).
Niggli, P. 1938. Naturerkenntnis und Naturgestaltung (Morphologisch-tektonische Naturwissenschaft). Neue Schweiz. Rdsch. N. F. *5*, 601.
— 1949a. Probleme der Naturwissenschaften. Basel.
— 1949b. Symmetrieprinzip und Naturwissenschaften. Studium generale, 2. Jahrg., 225.

Plate, L. 1932. Vererbungslehre, Bd. 1, 2. Aufl. Jena.
— 1933. Vererbungslehre, Bd. 2, 2. Aufl. Jena.
Pütter, A. 1923. Stufen des Lebens. Berlin.
Reichenbach, H. 1928. Philosophie der Raum-Zeit-Lehre. Berlin u. Leipzig.
Remane, A. 1948. Die Theorie sprunghafter Typenneubildung und das Spezialisationsgesetz. Die Naturwiss. *35*, 257.
Sachs, J. 1875. Geschichte der Botanik. München.
Schellenberg, G. 1931. Wert und Bedeutung der Systematik im Rahmen des Gesamtfaches. Ber. D. bot. Ges. *49*, 248.
Schindewolf, O. H. 1928. Prinzipienfragen der biologischen Systematik. Palaeonstologische Zeitschr. *9*, 122.
— 1947. Fragen der Abstammungslehre. Frankfurt a. M.
— 1950. Grundfragen der Paläontologie. Stuttgart.
Spring, A. F. 1838. Ueber die naturhistorischen Begriffe von Gattung, Art und Abart. Leipzig.
Staudinger, M. 1950. Was ist Leben? Naturwiss. Rundschau (Stuttg.) *5*, 200.
Steiner, B. 1936. Stilgesetzliche Morphologie. Innsbruck und Leipzig.
— Der Schöpfungplan. Luzern/Leipzig.
Titius, A. 1929—1931. Natur und Gott. 2. Aufl. Göttingen.
Troll, W. 1928. Organisation und Gestalt im Bereich der Blüte. Berlin.
— 1937. Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen, 1. Bd., 1. Teil. Berlin.
— 1944. Urbild und Ursache in der Biologie. Bot. Archiv *45*, 396.
— 1948. Urbild und Ursache in der Biologie. Sitzungsber. Heidelb. Akad. d. Wiss., Jahrg. 1948, 6. Abh.
— 1949a. Die Stiel-Spreiten-Relation als Ausdruck des Prinzips der „Variablen Proportionen". Die Naturwiss. *36*, 333.
— 1949b. Die Urbildlichkeit der organischen Gestaltung und Goethes Prinzip der „Variablen Proportionen" Experientia (Basel) *5*, 491.
— 1951. Das Virusproblem in ontologischer Sicht. Wiesbaden.
Tschulok, S. 1910. Das System der Biologie in Forschung und Lehre. Jena.
— 1922. Deszendenzlehre. Jena.
Ungerer, E. 1922. Die Teleologie Kants und ihre Bedeutung für die Logik der Biologie. Berlin.
Weigelt, J. 1943. Palaeontologie als stammesgeschichtliche Urkundenforschung. In G. Heberer, Die Evolution der Organismen, S. 177. Jena.
Wettstein, R. 1935. Handbuch der systematischen Botanik, 4. Aufl. Leipzig und Wien.
— 1934. System der Pflanzen. Handwörterbuch der Naturw., 2. Aufl., *9*, 830. Jena.
Winkler, H. 1939. Ziel und Methode der biologischen Systematik. Ber. der freien Vereinigung f. Pflanzengeogr. u. syst. Botanik. Feddes Rep., Beih. *106*, 1.
Wolf, K. L. 1948. Theoretische Chemie, 2. Aufl. Leipzig.
— 1950. Das Urbild des elementaren Atoms. Stuttgart.
Zimmermann, W. 1930. Die Phylogenie der Pflanzen. Jena.
— 1932. Phylogenie. Manual of Bryology, S. 433. The Hague.