

# Der Stufenbau der Materie und die biologischen Wissenschaften

Von

EMIL SCHMID (Zürich)

Die folgenden Ausführungen stellen einen Auszug aus einem Vortrag dar, welcher unter dem gleichen Titel an der Sitzung vom 10. Februar 1941 der Zürcherischen Naturforschenden Gesellschaft gehalten wurde.

Der Ideenkomplex der «Scala naturae», der stufenweisen Komplizierung der Erscheinungsformen der Materie ist alt und weit verbreitet, von den vorderasiatischen Kosmologien, von der Ideenlehre PLATO's, von der Ontologie des ARISTOTELES bis zur LEIBNIZ'schen Monadenlehre und bis zu den Naturphilosophien des 19. Jahrhunderts. Nach BASTIAN blüht sogar in der Schöpfungslehre polynesischer Völker die Welt hervor in der allmählichen Vervollkommnung der Schöpfungsperioden. Der Drang zur Synthese, zu einer alles umfassenden, vereinheitlichenden Betrachtungsweise war immer vorhanden, wenn er auch in den Zeiten der grossen Erfolge der analytischen Forschung sich zurückhalten musste. Von einem «gesetzmässigen» rhythmischen Wechsel von Perioden analytischer und synthetischer Richtung kann deshalb wohl kaum gesprochen werden. Ein Wandel ist nur erkennbar in der Art der allgemeinen Erfassung der Probleme. Ideenkomplexe, welche zunächst vorwiegend religiöser Art sind, werden von der Philosophie, hernach von der Naturphilosophie übernommen und zuletzt werden sie von den Naturwissenschaften auf ihre Brauchbarkeit hin geprüft.

ARISTOTELES nimmt an, dass der Mensch, als höchstes Wesen der Schöpfung, die Natur aller niederen Stufen mit in sich trage, die anima vegetativa der Pflanzen, die anima sensitiva der Tiere und die anima rationalis des Menschen. Jedes höher organisierte Wesen habe auch die seelischen Eigenschaften der niederen, um ein neues Vermögen vermehrt, als Grundlage und Voraussetzung der höheren. Für ihn ist die Natur ein einheitliches System vom Niederen zum Höheren abgestufter Lebensformen. Bei CHARLES BONNET entsteht die Leiter der Natur, wenn wir vom Einfachen, Zusammensetzenden zum Zusammengesetzten, vom Unvollkommenen zum Vollkommenen übergehen. Unzählige mittlere Stufen verbinden die höchsten und niedrigsten Stufen der körperlichen und geistigen Vollkommenheit zur allgemeinen Kette, die alle Wesen und alle Welten vereinigt und verbindet (vgl. A. THIENEMANN 1909). A. COMPTE ordnet in seinem «Cours de Philosophie positive» nach dem Grade der Verwicklung zu unterst die Objekte der Astronomie, Physik, Chemie, dann diejenigen der Biologie bis zur Soziologie. Die einfacheren Phänomene sind nach ihm in den verwickelteren enthalten; aber die neuen Qualitäten der oberen Stufen können nicht von den unteren aus verstanden und erklärt werden, sondern fordern neue Methoden. Sie sind auch keineswegs nur Zusammensetzungen aus den niederen Stufen, sondern Nova und nicht ableitbar.

Nach H. SPENCER kompliziert sich das relativ Einfache unter dem Einflusse der Vielheit der Ursachen und schliesst sich andererseits wieder zu neuer Einheit zusammen und integriert. Die höheren Einheiten unterscheiden sich von den niedrigen wesentlich durch den grösseren Reichtum ihres Inhaltes und durch die verwickeltere Form ihrer einheitlichen Verknüpfung.

Heute ist unter dem Einflusse des ganzheitlichen Denkens und der Quantenphysik der Ideenkomplex der «Scala naturae» wieder aktuell geworden. A. THIENEMANN hat 1909 in einer Arbeit über «die Stufenfolge der Dinge, der Versuch eines natürlichen Systems der Naturkörper aus dem 18. Jahrhundert» (zoolog. Ann. Bd. III, Heft 3, 1909) gezeigt, wie aus der Stufenlehre die *D e s z e n d e n z t h e o r i e* als eine klar umschriebene Wissenschaft sich abzweigte. Ein weiterer Inhalt des Scala naturae-Ideenkomplexes, die *s t u f e n w e i s e* *D i f f e r e n z i e r u n g*, wird naturwissenschaftlicher Betrachtung unterworfen durch NOVIKOFF, ZAWARZIN, BÖCKER, BERG und andere. Sie stellen vergleichend morphologisch und physiologisch die Komplizierungen fest, welche von den einfachsten bis zu den leistungsfähigeren Organen führen. Diese Forschungsrichtung analysiert die Konvergenzen ohne Rücksicht auf die phylogenetischen Verhältnisse als allgemeine Bauprinzipien, nach welchen alle Formen sich differenzieren können. Phylogenetische Evolution und Nomogenesis gehen nicht parallel, vergl. z. B. Octopus- und Vertebratenaugen, die Konvergenztafeln NOVIKOFF's für die Bewegungseinrichtungen der Tiere, welche allerdings dadurch befremdlich wirken, dass auf ihnen Protobionten und Metabionten nebeneinander figurieren. Auch für die nomothetische Betrachtung sind Phänomene aus verschiedenen mikrokosmischen Stufen nicht vergleichbar.

Mit der Phylogenetik und Nomothetik ist aber unser Ideenkomplex noch nicht erschöpft, wie auch THIENEMANN zugibt. So enthält er noch das *P r i n z i p* *d e r* *V e r v o l l k o m m n u n g*. Der Glaube an eine sinnvolle Evolution hat sich trotz seines gefühlsbetonten metaphysischen Charakters in der naturwissenschaftlichen Literatur bis heute (V. FRANZ) erhalten (bei PLOTIN verläuft die Entwicklung umgekehrt, vom Vollkommenen zum Unvollkommenen absteigend). Den Schritt zur Umprägung in ein naturwissenschaftliches Problem hat W. OSTWALD gemacht mit seiner energetischen Betrachtungsweise. Der vollkommene Organismus ist derjenige, welcher die zur Verfügung stehende Energie in grösserer Quantität benutzen kann und welcher sie mit dem geringeren Verluste in die Energieformen seiner Lebensbetätigung transformiert; maximale Energienahme bei ökonomischstem Verbrauch!

Der wichtigste Inhalt der Stufenlehre ist aber die Vorstellung vom *A u f b a u* *d e r* *m i k r o k o s m i s c h e n* Gefüge durch Integration der höheren aus den tieferen; die subatomaren Gefüge bilden die Atome, die Atome bilden die Moleküle, die Moleküle bilden die Einzeller, die Einzeller die Vielzeller, die Vielzeller die soziologischen Gefüge. Als «mikrokosmische Gefüge», «Ganzheiten», «Emergenten» (MORGAN, WHEELER) werden diejenigen Naturkörper bezeichnet, welche zum mindesten wohlumgrenzt und individuierbar,

unteilbar, in zentralisierter Ordnung sich selbst steuernd einige Dauerhaftigkeit aufweisen. Die ganzheitliche Betrachtungsweise treffen wir schon im Altertum (HIPPOKRATES) an. Über die Naturphilosophie des 18. und 19. Jahrhunderts gerät sie in die Interessensphäre der Naturwissenschaftler (EHRENFELS, DRIESCH, UNGERER, WINTERSTEIN, ZIMMERMANN, J. VON UEXKÜLL, HEIDENHEIM, KÖHLER, DÜRKEN, BERTALANFFY, HALDANE, RUSSEL u. a.).

Die Atome, aus subatomaren Strukturen, Elektronen, Protonen, Neutronen, Positronen, durch elektrische Polarität zusammengehalten, haben mikrokosmisches Gefüge. Sie sind, ohne ihr Wesen zu verändern, nicht teilbar. Die gleichartigen Individuen werden zusammengefasst und gruppiert im «Periodischen System» der 92 Elemente.

Aus den Atomen sind in millionenhaften Kombinationen die Moleküle zusammengesetzt; sie sind noch kompliziertere Gefüge mikrokosmischen Charakters mit durchaus neuen, von der unteren Stufe her nicht vorhersagbaren Qualitäten (z. B. Molekularkräfte wie Oberflächenspannung, Kapillarität u. a.).

Ob die Viren eine eigene Integrationsstufe bilden, ist zweifelhaft. Es handelt sich ja um Eiweissmoleküle, welche von einem lebenden Milieu durchaus abhängig sind; jedenfalls kann bei dem gegenwärtigen Stand der Kenntnisse noch kein Urteil abgegeben werden.

Aus dem Bereich der Verbindungen des maximal labilen und zugleich maximal sättigungsfähigen Kohlenstoffes kommt es zu einer neuen Integrationsstufe. Hochkomplizierte Moleküle bauen die einzelligen Organismen auf. Damit gewinnt die Materie eine Form mit unabsehbaren Möglichkeiten, eine Form, deren Komplizierung für uns völlig unanschaulich ist und für deren Erforschung die einfache physikalische und chemische Analyse, wie sie bei unbelebten Körpern appliziert wird, nicht mehr ausreicht. Eine innere Ordnung labiler Gleichgewichtstendenz beherrscht das Ganze. Gleichzeitig wird das Gleichgewicht verhindert durch stete Hereinnahme von Energie aus kosmischen Quellen, wodurch der Energieverlust (Entropie) des Systems abgebremst wird. Bei den anorganischen Körpern ist eine solche aktive Hereinnahme freier kosmischer Energie nicht vorhanden. Mit der vermehrten Energienahme vergrößert sich auch das Energiespeichungsvermögen und die Vielfältigkeit der Verwendung. P. JENSEN nennt Leben stationäre, fortschreitend veränderliche Prozesse in morphologisch geschlossenem Mikrokosmos, aber chemisch-energetisch nicht abgeschlossenen Systemen, welche durch Entwicklung zu den heutigen Organismen geführt haben, einen zeitlichen Ablauf, in welchem nie vollständiges statisches Gleichgewicht erreicht wird. Es ist ein Schweben in einem Milieu dauernden Überschusses strahlender Energie ohne völliges Gleichgewicht zu dieser Umwelt, in immer neuen Differenzen, die im Laufe der Zeiten evolutive Wandlungen herbeiführen. Zu den neuen Eigenschaften gehören: Stoffwechsel, Dissimilation und Assimilation, Reizbarkeit, Wachstum und Absterben, Fortpflanzung, das Wachstum über das Individuelle hinaus (anders als beim Anorganischen, wo nur Anlagerung gleichwertiger Individuen ein Wachstum vortäuscht). Die Resistenzfähigkeit

der lebenden Mikrokosmen gegenüber den Milieueinflüssen ist viel geringer als diejenige der anorganischen Mikrokosmen. Auch die Abhängigkeit von der ganz bestimmten Beschaffenheit des Mikrokosmosabschnittes, in welchem sie vorkommen, ist viel grösser. Es ist sinnlos, belebte und unbelebte Mikrokosmen zu vergleichen; wir dürfen nicht sagen: die lebende Substanz unterscheidet sich von der unbelebten durch Stoffwechsel und Energiewechsel, Wachstum, Vermehrung usw., sondern wir sagen: in dieser Komplikationsstufe der Materie sind diese und jene Leistungen möglich. Es gibt keine «lebende Materie», sondern nur einen lebenden Zustand der Materie. – Nach MOLISCH sterben die Einzeller nicht aus inneren Gründen ab; jeder Tod ist ein akzidentieller, bei den einzelligen Algen kann es im Lumen der Mutterzelle zum Absterben von kleinen Plasmaportionen kommen. Schon bei den Kolonien bildenden Protisten beginnt die Sterblichkeit; bei *Volvox* sind nur die zu Fortpflanzungsorganen werdenden Zellen unsterblich.

Die Entstehung der *Vielzeller* aus den Einzellern ist heute noch nicht genügend klargelegt; jedenfalls haben sie an mehreren Stellen der Protobiontenstufe ihren Anfang genommen. Die einzelnen Zellen sind im Metabiont gruppiert zu Geweben in  $\pm$  weitgehender Arbeitsteilung, subatomare, atomare, molekulare und protobiontische Strukturen enthaltend, dem wohl umgrenzten Gefüge eingeordnet. Aus den Erfahrungen der epigenetischen Entwicklungsmechanik müssen wir uns die Entstehung der komplizierten Organismen aus den einfachsten vorstellen als schrittweise Determination, welche vom ersten Zustand zu den späteren führt, über zahllose, von den verschiedensten Kräften beeinflusste Zwischenphasen mit einer Stufenfolge von Organisatoren in keiner reinen Evolution, sondern in fortschreitender Organisation (SPEMANN), «Hinzuentwicklung» oder Epigenese. Die Sexualzellen der Metabionten bauen sich durch Teilung einen hochkomplizierten Mikrokosmos auf. Die Einzelzellen bleiben im Metabiont Ganzheiten; auch in Isolation sind sie weiter lebensfähig, wenn man sie in ein entsprechendes Milieu bringt. Verletzte Zellen regenerieren sich; sie verlieren aber ihre Unabhängigkeit. Das Gefüge wird so dicht, dass die einzelnen Zellen durch die engen Verbandskorrelationen gefährdet werden, altern und einen physiologischen Tod erleiden. Das ganze Gebilde wird hingfälliger, besonders bei den höchst komplizierten, völlig heterotrophen und von den Pflanzen abhängigen Metazoen. Die Keimzellen sind die alleinigen Träger des kontinuierlichen Lebens geworden. Durch diesen Komplizierungsschritt erhält der Vielzeller neue Fähigkeiten von unvorhersehbarer, aus der Protobiontenstufe nicht ableitbarer Art und Fülle. Nach holistischer Auffassung sollen zwischen Protobionten und Metabionten keine prinzipiellen Unterschiede sein, dagegen sprechen aber die zahlreichen, gegenüber der Protobiontenstufe konstatierten *Nova*: Spezielle Sinnesorgane, Kräftespeicherung, Organbildung, verstärkter Persönlichkeitscharakter der Individuen usw. Die Morphologie ändert sich grundlegend. Der gewaltigen Fülle der Möglichkeiten zur Formen Neubildung wird allerdings Einhalt geboten durch Ausmerzungen des Lebensuntauglichen, durch letale Mutationen, durch Isolation und Homozygotwerden.

Der Chromosomensatz bewahrt die Organismen vor dem chaotischen Formloswerden. Zur Zellphysiologie tritt die Organphysiologie. Während die Protobionten vorwiegend auf chemische und optische Reize antworten und diese meist mit der ganzen Körperoberfläche aufnehmen, reagieren die Metabionten mannigfaltiger und mit besonderen Rezeptionsorganen, welche schon durch geringere Reize betätigt werden. Zwischen Reiz und Reaktion besteht keine einfache quantitative Beziehung mehr, da in noch höherem Masse als bei den Einzellern gestaute Energien in relaisartigen Stufen gesteuert und durch ganz geringfügige Anlässe ausgelöst werden. Ausser den Zellfunktionen enthält die Metabiontenphysiologie ferner noch die Organfunktionen und die Entwicklungsfunktionen, phylogenetische und ontogenetische, welcher Komplizierung auch die Zunahme der Hormone, Wuchsstoffe, Auxine usw. von den Protobionten bis zu den Metabionten entspricht.

Über die Metabiontenstufe hinaus sind der Materie nur wenige Vorstösse geglückt. Soziale Strukturen sind nur an wenigen Stellen des Tierreiches zustande gekommen, bei den hervorragend differenzierten und adaptierten Insekten und beim Menschen, dessen hochentwickeltes Zentralnervensystem den Anforderungen einer sozialen Gefügebildung genügt. Die Umgrenzung der sozialen Gefüge ist nur noch locker. Im Gegensatz zur Biozönose ist jedoch die Sozietät immer ein umgrenzbares Gebilde; sie kann ihre Grösse nicht beliebig wechseln, ohne dass auch die Organisation wechselt. Eine Gens hat einen anderen Umfang als eine Civitas oder ein Imperium. Das Glied einer Gens spielt in seinem Verband eine andere Rolle, hat andere Freiheiten und Bindungen als dasjenige einer Civitas; schon aus dem Intensitätsgrad der Arbeitsteilung usw. ist das zu ersehen. Kennzeichnend für die sozialen Gefüge sind Homotypie der Glieder, Arbeitsteilung, Verkehrsmittel, zentralisierte Ordnung. Die Abhängigkeit vom Ganzen geht bis zur Lebensuntauglichkeit isolierter Glieder. Durch Werkzeug und Technik, welche ihm die Ausbeutung der verschiedensten Energieformen, chemischer und mechanischer, gestattete, durch Energiereserven, durch Selbstdomestikation hat sich der soziale Mensch aus den Lebensgemeinschaften der Tiere und Pflanzen gelöst und in enger Bindung durch Sprache, Sitte, Gesetz, Verkehrsmittel ein soziales Gefüge entwickelt, das sich von allen anderen lebenden Mikrokosmen völlig unterscheidet. Er baut sich selbst domestizierend eine eigene Umwelt auf und erzeugt in gegenseitiger Stützung ein geistiges Sein, das ihn über alle tieferen Stufen heraushebt und ihm im Kontingenz- und Teilhabensgefühl an dem ganzen Mikrokosmos den Rückhalt gibt in der Isolierung von der übrigen Lebewelt.

**Makrokosmos.** Mit Ausnahme der Strahlungen ist alle uns sichtbare Materie in Mikrokosmen integriert. Die Seinstufen können als Aggregatzustände der Materie betrachtet werden. Sie sind ein Teil der letzten und uns nur zum kleinsten Teil bekannten Integration des Makrokosmos. Makrokosmosgesetze beherrschen die anorganischen wie die organischen Mikrokosmen.

**Stufenregeln.** Die höheren Stufen sind aus den tieferen entstanden, sie haben an wenigen Stellen und unter ganz speziellen Verhältnissen der betreffenden Makrokosmosabschnitte ihren Ursprung genommen. Die bio-

tischen Mikrokosmen sind auf einen Lebensraum beschränkt, in welchem die freie kosmische Energie für sie greifbar ist und in welchem die Aggregatzustände des Wassers labil sind. Die Stufengrenzen sind da, wo Gefüge einer Stufe zu einem höheren Gefüge zusammentreten, subatomare Körper zu Atomen, Atome zu Molekülen, Moleküle zu Protobionten, Einzeller zu Metabionten, Metabionten zu Sozietäten. «Die Überbauung der niederen Kategorien durch höhere geht nicht kontinual vor, sondern in Schichten, die gegeneinander durch deutliche Distanzen abgehoben sind.» (G e s e t z d e r S c h i c h t u n g bei N. HARTMANN.) – Bei den subatomaren Strukturen nach unten beginnt für uns die Schwierigkeit, das Gefüge mit unseren naturwissenschaftlichen Methoden zu erfassen (Unbestimmtheitsrelationen der Elementarteilchen!); und oben im Bereiche der lebenden Materie, wo die Geschlossenheit und Dauerhaftigkeit der mikrokosmischen Ordnung geringer wird, da stehen wir vor einer analogen Erscheinung. – Die Gesetzmässigkeiten der unteren Stufen gelten auch in den oberen Stufen, diejenigen der oberen fehlen in den unteren Integrationsstufen. N. HARTMANN formuliert dieses Faktum als das «G e s e t z d e s N o v u m s», nach dem jede höhere Kategorie strukturell aus der Mannigfaltigkeit wiederkehrender niederer Elemente zusammengesetzt ist, aber ein spezifisches Novum zeigt. Ein Problem aus dem Bereich der menschlichen Soziologie z. B. werden wir nicht nach einfachen physikalischen und chemischen Prinzipien auflösen wollen, wenn auch diese Prinzipien ihre volle Gültigkeit in der höheren Sphäre beibehalten und wir theoretisch annehmen müssen, dass eine solche Auflösung möglich sei. Damit stellt sich die Frage, ob ein Phänomen, das (wenn auch zunächst nur theoretisch) physikalistisch-mechanistisch aufgelöst werden kann, überhaupt als Novum gelten kann. Für die Berechtigung dieser Betrachtungsweise spricht aber jedenfalls die Tatsache des Aufbaus der höheren Integrationsstufen aus den niederen, *tot scalae quot microcosmicae integrationes*. Den einfacheren Aggregatzuständen der Materie sind eben die Leistungen der komplizierteren gar nicht möglich. Jede Seinstufe enthält die vorhergehenden unteren Stufen in sich. Jede höhere Stufe ist von den niederen abhängig, aber ihnen gegenüber trotzdem in ihren neuen Gesetzmässigkeiten frei. So hat keine Wissenschaft, welche sich mit einer Stufe allein abgibt, eine Monopolstellung und kann auch nicht als zweitrangig betrachtet werden, solange sie, sich ihrer Situation bewusst, die Voraussetzungen, welche von der Abhängigkeit von den tieferen Stufen herrühren, nicht vernachlässigt. Fehlen jedoch die Kenntnisse der niederen Stufen noch, so ist auch die Arbeit in der höheren Stufe beeinträchtigt. Einem Physiologen kann z. B. die Arbeit in seinem Fachgebiet undankbar vorkommen, und er wird als Chemiker weiter arbeiten, wenn Stoffe, mit welchen er es zu tun hat, chemisch noch nicht genügend bekannt sind. Die Kritiklosigkeit der Physiologen, welche die organismische Auffassung als nicht «wissenschaftlich» zurückweisen, hat BERTALANFFY gebührend gekennzeichnet. Phylogenetische oder soziologische Untersuchungen sind genau so wissenschaftlich wie physiologische. Exakte Forschung lässt sich auch ohne Experimente betreiben, wenn nur genügend viele Beobachtungen gemacht werden können. – Die Mikrokos-

men der höheren Stufen sind weniger dauerhaft und abhängiger von den makrokosmischen freien Energien. Die niedrigen Stufen sind ihrerseits beeinflusst von den oberen, selbständig und nur von den noch tieferen Stufen und vom Makrokosmos her bedingt.

**Verstöße gegen die Stufenordnung.** Die Geschichte der Naturwissenschaften weist eine starke Belastung mit Scheinproblemen auf, welche vermieden werden, wenn die Stufenordnung berücksichtigt wird, d. h. wenn von vorneherein Prinzipien, Gesetzmässigkeiten höherer Stufen nicht in den niederen gesucht werden. So ist der Gegensatz zwischen Materialismus und Vitalismus gegenstandslos geworden; ebenso die Diskussionen über Zweckmässigkeit, indem eben für einen bestimmten Aggregatzustand der Materie mögliche Leistungen nicht im Niveau niederer Stufen erwartet werden können. Man hat die Lebensgemeinschaften der Tiere und Pflanzen, die Biozöosen, als Integrationen organismenartiger oder organisationsartiger Beschaffenheit erklären wollen; ja man hat die lokalen Artenkombinationen der Lebensgemeinschaften als Individuen betrachtet, abstraktiv Klassen gebildet, so wie aus den Individuen der Sippsystematik die Spezies; man hat sogar eine ganze Hierarchie aufgerichtet: Verbände, Ordnungen, Klassen von Biozöosen, wo es sich doch nur um eine adaptive Verfilzung der Individuen handelt, ohne zentrale Organisation, ohne Arbeitsteilung, ohne gerichtete Evolution mit homogenem Ausgangsmaterial, ohne eine auf dem eigenen Wesen beruhende Umgrenzung. Zu der sozialen Ganzheit aber ordnen sich homotypische Glieder ein durch Arbeitsteilung, wie Teile einer Maschine; sie werden dadurch abhängig; alle Vorgänge sind funktionell und eng gekuppelt und zentral gesteuert, das Ganze ist ein gerichteter Ablauf. In der Biozönose adaptieren sich jedoch die heterotypischen Glieder ohne Arbeitsteilung, ohne Funktionsbeziehungen, wie die Teile eines Zusammensetzspiels, das auf Ungleichheit gegründet ist; da gibt es keine gerichteten Entwicklungen, keine Epigenese, keine Kontinuität der Evolution. Jedes Glied hat sein eigenes Ziel und keines das gleiche. Die zentrale Leitung fehlt. Ein Beispiel, welche Verwirrung der Geister angerichtet wird durch Vernachlässigung der Stufenlehre, ist auch der «K a m p f u m s D a s e i n», der von den Soziologen und Politikern aus einem Kampf um Leben und Tod zwischen tierischen und pflanzlichen Organismen, aus einem biozöologischen Phänomen also, zu einer Angelegenheit der menschlichen Gesellschaft also einer höheren Seinsstufe gemacht worden ist. Es gibt nichts, das die Geistesverfassung einer einseitig nach den unteren Stufen orientierten Zeit besser illustrieren könnte. Weitere bekannte Verstöße gegen die Stufenordnung sind etwa GOETHE'S Farbenlehre, wie ja überhaupt das Nichtberücksichtigen des psychophysischen Parallelismus (Betrachtung des gleichen Vorganges von zwei Richtungen her, vergl. M. SCHELER), die Einschachtelungslehre der vordarwinistischen Zoologen, die Anordnung des Stoffes in den Physiklehrbüchern, die rein deskriptiv auf die menschlichen Sinnesfunktionen abgestellt ist u. a. m.

**Vorteile der Stufenlehre.** Ohne dogmatischen Zwang wirkt sich die Stufenlehre in mehrfacher Richtung positiv aus. So im Sinne einer Begriffs-

klärung. Dem Stufenbau entsprechend müssen die Begriffe variiert werden. Für völlig neue Gebilde müssen auch neue Begriffe gesucht werden. Der Begriff *I n d i v i d u u m* muss auf wirklich unteilbare Gebilde mikrokosmischen Charakters beschränkt werden. Ein Kristall kann kein Individuum sein, da er weiter in gleichartige kleinste Teile zergliedert werden kann; das gilt auch für Kristallgitter mit Hauptvalenzbindung. Der Begriff *S p e z i e s* kann im Bereich der Naturkörper nur bei individuierbaren Gebilden angewendet werden, bei gewissen subatomaren Strukturen, bei Atomen, Molekülen, Einzellern, Vielzellern, Sozietäten; mit jeder höheren Integrationsstufe nimmt er inhaltlich zu. Im Bereich der Einzeller bedeutet Spezies etwas anderes als im Bereich der Vielzeller, deren Individuen einen viel ausgeprägteren Persönlichkeitscharakter aufweisen, bei welchen auch die Dimension *Z e i t* viel mehr noch zum wesentlichen Inhalt des Begriffes Spezies gehört. In ein *n a t ü r l i c h e s S y s t e m* können wir nur solche Körper bringen, welche mikrokosmischen Charakter haben. Ein System der Pflanzengesellschaften z. B. ist eine unnötige Fiktion, sie existiert nur in unseren Köpfen, nicht aber in der Natur.) Von der klareren Ordnung der Probleme und des Materiales nach den Kategorien der Integrationsstufen profitiert auch die Methodik der Erforschung. Wenn unsere den anorganischen Objekten angepassten Methoden bei den lebenden Mikrokosmen nicht mehr ausreichen – wie bei den atomaren Strukturen, entzieht sich ja auch hier das Objekt den analysierenden Griffen –, werden wir zunächst künstliche Schemata, Modelle der ganzheitlichen Gebilde und ihrer Teile erstellen, sie mit den Hilfsmitteln der Mathematik behandeln, um dann die gefundenen Gesetzmässigkeiten dem empirisch Gewonnenen anzugleichen und so von der Abstraktion her zur Wirklichkeit zu gelangen. Der Randstein einer Strasse z. B. kann analysiert werden mit den Methoden der Chemie, der Mineralogie, der Mechanik. Seine Randsteinfunktion aber muss Objekt einer soziologischen Betrachtung sein, welche zu Gesetzmässigkeiten führt, die von den Erfahrungen aus dem Bereich der unteren Stufen her nicht abzuleiten sind. So hat *VOLTERRA* die Bevölkerungsdynamik der Lebensgemeinschaften mit der Methode des Infinitesimal-Kalküls bearbeitet und ist zu Gesetzmässigkeiten gekommen, welche auf induktivem Wege nicht abgeleitet werden konnten (z. B. die Fluktuationen in der Individuenzahl zweier Arten, die einander verzehren). Mit der Modellmethodik arbeitet übrigens schon seit langem die Atomphysik, die Mechanik (z. B. bei der Aufstellung der kinetischen Gastheorie), die Astronomie, die Technik u. a. Die Stufenlehre überbrückt auch den Spalt zwischen Natur- und Geisteswissenschaften, indem sie die menschlichen Dinge in den Bereich der biologischen Forschung einbezieht. Aus dem Aufeinanderfolgen der Integrationsstufen ergibt sich die entsprechende Anordnung der Wissenschaften. Mit den subatomaren, atomaren und molekularen Mikrokosmen beschäftigen sich Physik und Chemie, mit den Protobionten Biochemie, Biophysik, Morphologie, Anatomie, Zellphysiologie, Taxonomie, Genetik usw., mit den Metabionten Biochemie, Biophysik, Ana-

<sup>1)</sup> Endlose Diskussionen sind eine charakteristische Begleiterscheinung bei der unrichtigen Begriffsbildung.



tomie, Histologie, Organphysiologie, Psychologie, Taxonomie, Genetik usw., mit den Sozietäten die Soziologie der Tiere, des Menschen, Anthropologie, Ethnographie, Geisteswissenschaften usw., mit dem Makrokosmos geben sich ab Physik (Mechanik, Optik, Akustik, Wärmelehre usw.), Astronomie, Geologie, Mineralogie usw. Das sind die Wissenschaften, deren Forschungsobjekte ganzheitliche Gefüge sind (Gefügewissenschaften). Ihnen stehen gegenüber die Wissenschaften, welche das Verhalten der mikrokosmischen Gefüge zueinander und zum Makrokosmos untersuchen (Beziehungswissenschaften): die Geographie, die Chorologie, Epiontologie und Ökologie der Organismen und Sozietäten. Eine solche Beziehungswissenschaft ist auch die Biozönologie; sie erforscht die Kombinationen von Pflanzen und Tieren, welche sich an bestimmten Lokalitäten der Erdoberfläche zusammengefunden haben (Lebensgemeinschaften samt ihrem abiotischen Milieu), nicht aber einzelne Körper mikrokosmischen Charakters. Die Konsequenz davon ist, dass wir uns davor hüten müssen, Untersuchung und Darstellung mit Vorstellungen und Begriffen zu belasten, welche den Mikrokosmoswissenschaften entnommen oder welche in Analogie zu solchen gebildet worden sind. Dazu gehört die Vorstellung vom ganzheitlichen Charakter der Biozönose, der Assoziationsbegriff, die hierarchische Gliederung der Lebensgemeinschaften nach Klassen usw. Vielmehr müssen wir, wie das die früheren Generationen von Pflanzengeographen getan haben, wenn auch nicht in deren einseitiger Art und Weise, die abiotischen Umstände, topographische, klimatische, edaphische Faktoren zur Charakterisierung mit heranziehen. Im gleichen Falle befindet sich die Geographie; auch ihr fehlt ein Mikrokosmos als Fundamentalobjekt; auch sie hat kleinere und grössere Ausschnitte des tellurischen Teiles des Makrokosmos zu untersuchen und es besteht für sie als Beziehungswissenschaft gar keine Notwendigkeit, krampfhaft nach einem wohlumschriebenen Fundamentalobjekt ganzheitlichen Charakters zu suchen. Wenn der Geograph ein solches Gebilde in der «Landschaft» sehen will, so muss dazu gesagt werden, dass diese nichts anderes ist als ein vom Menschen gesehener Ausschnitt aus der Erdoberfläche, ohne jeden mikrokosmischen, ganzheitlichen Charakter, ein Ausschnitt, der jedoch eingebaut ist als Teil des uns nur zu einem kleinen Teil bekannten Gefüges, des Makrokosmos.

Die Stufenlehre gibt auch Möglichkeiten, eine Wertung in die wissenschaftliche Forschung einzuführen. Wertend vergleichen kann man nur auf der gleichen Stufe. Vergleichbare Werte sind die Progressionskategorien im Sinne der maximalen und ökonomischen Energienahme. Ihre Zahl zusammen mit einem statischen Wert, z. B. bei Kulturkreisen des Menschen, der Zahl der Individuen, welche dem betreffenden Kulturkreis angehören, geben den Wertungsquotient, dessen Änderung Wertdifferenzen anzeigt.

So ist heute der alte Ideenkomplex der Scala naturae durch neue Erkenntnisse in Physik und Biologie schärfer fassbar, besser begründet worden und in der Lage, klärend und anregend sich auszuwirken.