Zeitschrift: Divus Thomas

Band: 6 (1928)

Artikel: Die Eigenartsanalyse der Lebenserscheinungen und ihre Bedeutung für die Biologie

Autor: André, Hans

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-762670

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Eigenartsanalyse der Lebenserscheinungen und ihre Bedeutung für die Biologie.

Ein Beitrag zum methodischen Aristotelismus der Forschung.

Von Hans ANDRÉ.

Karl Eschweiler nennt die Wissenschaft eine Verwirklichung denkenden Menschentums und will ihr damit jene volle Tiefe und Geräumigkeit zurückgeben, die sie in der Antike und im Mittelalter noch hatte. Ein Hauptkennzeichen dieser klassischen Wissenschaft war, daß sie durch die *quidditative Abstraktion* die Dinge gleichsam noch nach ihren Tiefendimensionen abgemessen, nach ihren eigentümlichen Gehalten geordnet hat. Geht man von einer solchen *Eigenartsanalyse* der natürlichen Erscheinungen aus, so findet man, daß es in der Natur nicht nur *physische Universalgesetze*, sondern auch *echte Spezifizierungsgesetze* gibt. Wie sich beide unterscheiden, läßt sich am besten an der Sprache veranschaulichen. Die Sprache ist zunächst gebunden an die allgemeinen Regeln der Syntax. Diese stellen gleichsam die Universalgesetze der sprachlichen Wortverknüpfung dar. Daneben haben aber Prosa und Poesie, obwohl sie die Regeln der Syntax nicht aufheben, doch wieder eine *eigenartige* Sprachgestaltung und die Regeln, welche diese Eigenart bestimmen, kann man als Spezifizierungsgesetze der Sprache bezeichnen. Auch in der Naturwissenschaft gibt es eine *quasi-grammatikalische* Betrachtungsweise der Naturvorgänge. Sie richtet ihr Augenmerk auf die *physischen Universalgesetze*, welche für alle Stufen des Naturwirklichen, für Mineral, Pflanze, Tier und Mensch gelten. Dahin gehören z. B. die Gesetze der unendlich verschiedenartigen Atomverknüpfungen, welche die Chemie erforscht hat. Außer diesen physischen Universalgesetzen gibt es aber auch *echte Spezifizierungsgesetze*, welche die *Eigenart* der Stufen, also die Eigenart von Mineral, Pflanze, Tier und Mensch bestimmen. Die Biologie kann weder die universalgesetzliche noch die spezifizierungsgesetzliche Betrachtungsweise entbehren, wenn sie ihren Gegenstand nicht einseitig und halb, sondern

möglichst in seiner Vollkonstitution erfassen will. Unter den heutigen Physiologen hat vor allem *Armin v. Tschermak* den Wert der Eigenartserfassung betont. Wir können nach ihm das Leben nicht rein naturwissenschaftlich definieren, d. h. nach den physischen Universalgesetzen bestimmen, sondern wir können es nur *charakterisieren*, indem wir die *Eigenart* lebendigen Verhaltens gegenüber dem Anorganischen feststellen. Es ist genau so unmöglich, das Leben rein nach den physikalisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten vollständig zu erfassen, wie es nicht geht, ein Gedicht nur nach den Regeln der Syntax vollständig zu analysieren. Die Vorgänge des Lebens zeigen neben den gleichen physischen Universalgesetzen, wie sie der anorganischen Materie zukommen, auch ein ganz neues Spezifizierungsgesetz. Ein neues Urphänomen tritt, um mit *Goethe* zu reden, in den Lebenserscheinungen hervor und das läßt sich nicht mehr rein chemisch-physikalisch charakterisieren.

Ein Beispiel soll uns das veranschaulichen. Spannen wir zwischen Äther und Benzol eine wassergetränkte tierische Membran aus, so dringt Äther, weil er im Wasser löslich ist, durch die Membran durch, Benzol dagegen nicht. Ebenso läßt auch die lebendige Plasmahaut einer Pflanzenzelle verschiedene in Cholesterin lösliche Substanzen durch, während sie anderen Stoffen den Eintritt verweigert. Die Plasmahaut kann auch ihr Lösungsvermögen für gewisse Substanzen verändern. Dafür kann uns ebenfalls eine tote Haut zum Modellversuch dienen. Hängen wir eine tierische Haut in eine gesättigte Glaubersalzlösung, so verringert sich unter dem Einfluß der kolloidalen Hautteilchen das Lösungsvermögen des Wassers für das Salz und dieses kristallisiert an der Oberfläche der Membran aus. Die gleichen physischen Universalgesetze gelten also in der toten wie in der lebendigen Haut. Aber das Verhalten der Plasmahaut zeigt doch noch eine Eigenart, die durch kein Modell nachahmbar, sondern als vitales Spezifizierungsgesetz eben nur schlicht charakterisierbar ist. In der Nahrungsaufnahme durch die Plasmahaut ist nämlich die Pflanzenzelle *aus sich selber* und *für sich selber tätig*. Sie kann, je nachdem es ihre Selbsterhaltung fordert, die Nahrungsaufnahme modifizieren und regulieren. Die Tätigkeit der Plasmahaut ist also nur dann vollständig charakterisiert, wenn wir diese *Selbstregulation* nicht unberücksichtigt lassen. Und doch ist diese Selbstregulation noch nicht selbständig in der Handlung. Die Plasmahaut kann sich unter den gleichen inneren Bedingungen nicht versuchsweise einmal so und einmal anders verhalten, ihrem Verhalten fehlt

noch das primitivste Kennzeichen der Handlung, die Probierbewegung. Diese aber haben wir schon bei den niedersten Tieren. *Jennings* beobachtete, wie eine Amöbe eine andere kleinere verfolgte, fing und aufnahm, wie dann die gefangene Amöbe entwich und wieder gefangen wurde. Während sie beim ersten Male nur mit den Pseudopodien festgehalten wurde, wurde sie beim zweiten Male gleich ganz umschlossen. Das erste Mal entwich die kleine Amöbe durch einen offenen Kanal zwischen den Pseudopodien der größeren. Beim zweiten Male zog sie sich zusammen und hielt sich ruhig, bis durch die Bewegungen der großen Amöbe eine dünne Lage der Körpersubstanz ihr den Durchbruch ermöglichte. Sie entwich zum zweiten Male und wurde nicht weiterhin von der größeren verfolgt. Auf Grund der schlichten Eigenartsanalyse können wir hier schon so etwas wie eine ganz primitive Probierbewegung feststellen, also Handlung in allerprimitivster Gestalt. Wo bei den Protisten pflanzliche Reizbewegung aufhört und tierische Handlung beginnt, ist freilich vielleicht ebenso schwer empirisch festzustellen, wie eine sehr kreisähnliche Ellipse von einem Kreis selbst grob empirisch nur schwer zu unterscheiden ist. Und doch ist das funktionale Spezifizierungsgesetz der Ellipse und das des Kreises *wesens*verschieden.

Um pflanzliche Reizbewegung und tierische Handlung nach ihrem Spzifizierungsgesetz scharf zu unterscheiden, ist es nötig, die Analyse der Handlung auch « von innen her » genauer durchzuführen. Bei der Handlung, wie ich sie an mir selber in einfacher Gestalt vorfinde, ist der Ausgangspunkt die *Wahrnehmung*. Die Wahrnehmung ist aber ihrem Wesen nach ein primitiver Erkenntnisakt, in welchem dasjenige, was wahrgenommen wird, sich nicht physisch, wie am Gegenstande selber, sondern losgelöst vom Physischen, in idealer oder intentionaler Weise sich findet. Deshalb ist die Wahrnehmung des Farbigen nicht etwa selber farbig, eine Tastempfindung nicht etwa selber hart. Durch die Wahrnehmung kann das Lebewesen eine *Richtschnur* seines Verhaltens *selbständig* von einem physisch ihm noch nicht zugehörigen Bestandteil seiner Umgebung gewinnen. Es kann sich aber auch in gewissem Sinne *selbstmächtig* zu diesem Gegenstand hinbewegen. Auf die Wahrnehmung folgt nämlich, gleichsam als ihr « Schwerwerden », das sinnliche Begehren und auf dieses die aktive Vollzugsbewegung. Wahrnehmen, Begehren und aktive, selbstmächtige Vollzugsbewegung stehen als die drei Glieder der primitiven Handlung in einer unauflösbaren Wesensrelation zueinander. Schon wenn wir

nachweisen können, daß der Pflanze eines dieser drei Glieder fehlt, dürfen wir schließen, daß sie in ihrem Verhalten nur in der Ausführung und nicht in der Handlung selbständig ist. Nun ist schon bei dem feinstreagierenden Pflanzenorgan, bei der Pflanzenwurzel, leicht zu erkennen, daß sie keine « echte Perzeption » hat. Die Wurzel wächst nur dadurch in ein günstigeres Nährsubstrat hinein, daß bestimmte *physisch* in sie eindringende Stoffe eine Chemowachstumsreaktion in ihr auslösen. Die Pflanzenwurzel kann unter den gleichen äußeren Bedingungen auch nicht unmittelbar und selbstmächtig ihr Verhalten zu denselben ändern. Bringt man die tierische Seeanemone Cerianthus auf ein Netz von Drahtgaze, dann dringt der Fußpunkt durch eine der Maschen durch; kehrt man nun das Netz um, dann dringt der Fuß durch eine andere Öffnung nahe dabei. So kann man das Tier zwingen, sich durch das Netz zu flechten, *wie es auch eine Pflanzenwurzel tun würde.* Aber nach kurzer Zeit macht das Tier durch die *umgekehrten* Bewegungen sich aus dem Netzwerk wieder frei. So etwas vermag eine Pflanzenwurzel nicht. Ihr fehlt das — wenn auch noch unfreie — « Sich-selbst-in-der-Gewalt-haben », wie es in der aktiven tierischen Vollzugsbewegung hervortritt. Der introspektiven Betrachtung ist dieser besondere Aktivitätscharakter unmittelbar gegeben, so z. B. wenn ich gewaltsam — wenn auch noch unfrei — den Fuß zurückziehe, auf den mir jemand tritt. Der Pflanze fehlt das aus Wahrnehmung, Begehren und relativ selbstmächtiger Bewegung sich konstituierende *Machtsystem* der Handlung völlig. Deshalb fehlt ihr auch der *Grenzfall der Handlung*, die typische Reflexbewegung. In ihrem Spezifizierungsgesetz ist ein Reflex als Grenzfall einer bereits stark mechanisierten Handlung gar nicht denkbar. Vielmehr sind die Tropismen der Pflanze auf der Grundlage von *Wachstumsreaktionen* zu verstehen, die durch Reizstoffe reguliert werden, aber nur eine Selbständigkeit in der Ausführung zeigen.

Die Reizbewegungen der Pflanzen sind also von dem mit Sensibilität verknüpften Verhalten der Tiere *wesentlich* verschieden. Das hindert aber nicht, daß die gleichen physischen Universalgesetze gewissen anorganischen, pflanzlichen und tierischen Lichtreaktionen gemeinsam sein können, so z. B. das Gesetz, das die Abhängigkeit von Reizmenge und Reizerfolg zum Ausdruck bringt. Wenn ich eine Pflanze einseitig beleuchte, dann krümmt sie sich zum Lichte hin. Von Interesse war die Lichtmenge, die ich aufwenden muß, damit eine eben wahrnehmbare Krümmung eintritt. Bei starken Lichtblitzen ist

eine ganz kurze Zeit, bei schwachem Licht eine längere Zeit erforderlich. Das Produkt: Beleuchtungsdauer und Intensität erwies sich als konstant (Reizmengengesetz). Auch unterschwellige Reize, die für sich allein wirkungslos sind, können durch schnelle Summierung wirksam werden. Man kann sie herstellen, indem man das Licht durch eine rotierende, sektoral durchlöcherte Scheibe fallen läßt. Blendet man nicht intermittierend ab, so muß man, wenn in *derselben* Zeit die erste wahrnehmbare Reaktion auftreten soll, die Lampe etwas abrücken. Auch unser Auge schätzt in beiden Fällen, wo gleiche Lichtmengen einfallen, den Lichteindruck gleich (Talbotsches Gesetz). Dieselbe gesetzmäßige Beziehung zwischen Reizmenge und Reizerfolg gilt nun bei der Samenkeimung von Lythrum Salicaria und in gewissem Sinne auch bei der Zersetzung des Bromsilbers auf der photographischen Platte. Das gleiche physische Universalgesetz ordnet sich also den spezifizierungsgesetzlich ganz verschieden wirksamen Funktionskomplexen ein. Ein ähnliches Universalgesetz ist das *Fechner-Webersche Gesetz*, das die « Ermüdbarkeit » bestimmter Funktionskomplexe zum Gegenstand hat. Die zahlenmäßige Beziehung, die das Gesetz ausdrückt, kann zwischen Anfangs- und Endglied der verschiedensten Reaktionsketten, selbst anorganischen, auftreten. Bei Metallen z. B. treten bei mechanischem Druck und Stoß elektrische Ströme auf. Bei dieser Reaktion tritt ebenfalls eine Art Abstumpfung oder Ermüdung ein. Aber dieses Universalgesetz darf uns nicht die grundverschiedenen Spezifizierungsgesetze etwa zwischen dem Verhalten des Metalles und der Tätigkeit des Auges übersehen lassen. Das wäre genau so, als wollten wir Prosa und Poesie nur durch die Regeln der Syntax charakterisieren, die mit ihrer spezifischen Eigenart gar nichts zu tun haben. Diesem Fehler ist der indische Pflanzenphysiologe *Bose* verfallen, was mit seinem verschwommenen, echt indischen Monismus tief zusammenhängt. Der abendländische Forscher hat einen ganz anderen Blick für das Charakteristische, für den (aristotelischen) Stufenbau in den Dingen.

Es ist eine bei klarer Eigenartsanalyse unzutreffende Einteilung, wenn man sagt, der Pflanze komme außer Ernährung, Wachstum und Fortpflanzung noch die besondere Eigenschaft der Reizbarkeit oder Irritabilität zu. Diese kommt ihr freilich zu, aber nicht als eine *besondere* Eigenschaft. Sie steckt vielmehr in ihren Ernährungs-, Wachstums- und Fortpflanzungsfunktionen schon drin und macht den vitalen Grundcharakter derselben aus. Wenn sie also auch den

Bewegungsreaktionen zukommt, so ist sie doch nicht als eine vitale Sonderfunktion darin enthalten wie die Sensibilität in den Handlungsreaktionen des Tieres. Dagegen sind *Ernährung, Wachstum* und *Fortpflanzung* wirklich die drei vitalen Sonderfunktionen der Pflanze, in denen sich ihre nur in der Ausführung selbständige Tätigkeit auswirkt.

Die *Ernährung* ist die die lebendige Substanz und ihre vitale Elementarstruktur hervorbringende Tätigkeit der Pflanze. Sie ist eine vitale Funktion, weil sie *mehr* erzeugt als ein bloßes Stoffgemisch, nämlich lebende Protoplasmateilchen mit einer ganz spezifischen Mikrostruktur. Ein *Gemisch* von Eiweißstoffen ist nur das abgetötete Protoplasma. Das lebende ist mehr. Die Unmöglichkeit der Färbung des lebenden Protoplasmas mit Anilinfarbstoffen zeigt, daß freie, nur als Teile eines Stoffgemisches zu betrachtende Eiweißkörper im lebenden Plasma nicht vorkommen. Die Eigenartsanalyse der Ernährung zeigt, daß sie bereits *aggenerativ,* d. h. bei der Bildung der lebenden Substanz aktiv hinzuzeugend wirkt in der charakteristischen Bedeutung dieses Wortes. Das der Möglichkeit nach lebendige Material kann sich also nie aus sich selbst durch eine Art Urzeugung in die lebende Substanz verwandeln, sondern es muß immer schon ein aktueller, mit der Vitalfunktion der Ernährung ausgestatteter Komplex vorhanden sein, damit neue lebende Substanz gebildet werden kann. Die « Nahrung », sagt *Aristoteles,* « wird vom Genährten, nicht dieses von der Nahrung affiziert ; wie auch der Baumeister nichts vom Stoffe erleidet, sondern dieser von ihm. » Dabei besitzt der der Substanzgestaltung fähige Funktionskomplex eine Gruppe von Stoffen, die man nicht als Baustoffe oder Betriebstoffe, sondern in Analogie zum Werkzeug als Instrumentalstoffe bezeichnet. Es sind die Fermente oder Enzyme. Nur insoweit die Pflanze mineralisch sich ernähren kann, hat sie ein vom Tier verschiedenes Spezifikationsgesetz der Ernährung, womit zusammenhängt, daß sie über ganz besondere chemische Talente und vielleicht auch besondere Instrumentalstoffe verfügt, die dem Tier allgemein abgehen. So soll nach *Tschirch* die Pflanze durch besondere Enzyme (die Ringschließer oder Kyklokleiasen) allein die Fähigkeit besitzen, kettenförmige Kohlenwasserstoffe ringförmig zu schließen.

An die Ernährung schließt sich das *Wachstum* (bezw. die Entwicklung) an, die den Umfang vergrößernde und die innere und äußere Architektur ausgestaltende Funktion der Pflanze. Wie die Ernährung, so ist auch das echte Wachstum eine spezifisch *aggenerative* Tätigkeit, d. h. es kommt nicht durch ein aggregatartiges Zusammentreten von Sub-

stanzteilchen zustande, sondern durch *Hinzuzeugung* und *Synthese* von immer neuen Funktionskomplexen, die in mannigfacher Tätigkeit einander über- und untergeordnet sind und zu einer harmonischen Gesamtfunktion sich verbinden. Schon *Wiesner* weist darauf hin, daß jedes und selbst das kleinste der Zelle angehörige lebende Gebilde sich nur wieder, und zwar durch Teilung, und aktive Fortpflanzung, also ganz direkt von einem organisierten Gebilde ableitet. Diese aus einer klaren Eigenartsanalyse hervorgehende Einsicht führte neuerdings *Heidenhain* dazu, das *Fundamentalgesetz echten Wachstums, das Gesetz des Wachstums in konstanten Proportionen* aufzustellen. Es ist im Vergleich zum Kristallwachstum durch Apposition oder Intussusception ein *echtes Spezifizierungsgesetz des organischen Wachstums.* Eine diesem Gesetz zugrundeliegende Beobachtung wurde schon von *Gerassimow* gemacht. Es gelang ihm, bei den Fäden der Alge *Spirogyra* durch niedere Temperatur abnorm große Zellkerne zu erzielen. Bei den auftretenden Zellteilungen zerlegte sich *zwar der Zelleib,* der Kern ging aber entweder geteilt als Doppelkern oder *ungeteilt als abnorm großer Kern* in die eine der Tochterzellen über, während die andere kernlos war. Auf diese Weise konnte Gerassimow Zellarten bekommen, welche *bei entsprechender Plasmavermehrung* nicht nur das Doppelte, sondern auch das Vierfache der Kernmasse enthielten. Bezeichnet man die Masse des Kerns als MK, die Masse des Plasmas als MP, so ist nach dem *Gesetz der Kernplasmarelation* $\frac{MK}{MP}$ = *Konstanz.* Nimmt man nun an, daß in Plasma und Kern je eine konstante Anzahl teilungsfähiger Bestandteile, die *Protomeren,* enthalten sind, dann sind die Verdoppelung und Vervierfachung der Kern- und Plasmamasse, die sich durch die Verhältnisse $\frac{2\,MK}{2\,MP}$ und $\frac{4\,MK}{4\,MP}$ ausdrücken lassen und die Gerassimow bei Spiroggyra bestätigt fand, recht wohl verständlich. Die Theorie des Wachstums durch aktive Fortpflanzung der Teilkörperchen würde also in diesem Gesetz des Wachstums in konstanten Proportionen eine wertvolle Stütze finden. *W. Jakoby,* der Assistent Heidenhains, hat dieses Gesetz auch bei tierischen Zellen bestätigen können. Besonders instruktiv war sein Befund bei den Leberzellen der erwachsenen Maus, bei welcher er vier verschiedene Kern- bezw. Zellklassen unterscheiden konnte, deren Volumina sich zueinander verhielten wie 1 : 2 : 4 : 8. Die Proportionen lassen sich nicht durch Intussusception infolge von Quellung erklären, sondern nur durch aktive Aggeneration. Ich bin daran, auch bei den Zellkernen von Tradescantia dieses Gesetz zu

bestätigen. Die bisherigen Messungen lassen ein positives Ergebnis sehr wahrscheinlich erscheinen. Ich werde in Bälde darüber berichten.

Jedes und selbst das kleinste der Zelle angehörige lebendige Gebilde geht nun nicht bloß durch Teilung aus einem anderen hervor, sondern es vereinigen sich auch die Gebilde unter sich wiederum zu höheren Komplexen, die als *Organisatoren* in der weiteren Entwicklung wirksam sein können. Die Organisatoren sind in der Formgestaltung das, was die Fermente und Enzyme in der Substanzgestaltung sind. Diese merkwürdigen aktuellen Funktionskomplexe hat in der tierischen Entwicklung *Spemann* entdeckt, und er hat uns damit in der Eigenartsanalyse der Formbildung ein gut Stück weiter geführt. Spemann hat gezeigt, daß beim tierischen Keim vom Urmund aus ein Organisationszentrum fortschreitet und die Entwicklung des Medullarrohrs bestimmt. Wird nahe über dem Urmund ein Stück herausgenommen und einem anderen gleichalten Keim in die Gegend der späteren Bauchepidermis eingepflanzt, so entwickelt sich dort ein kleines überzähliges Medullarrohr. Wir müssen also in dem sich entwickelnden Keim potentielle Komplexe unterscheiden, aus denen noch verschiedenes werden kann, und aktuelle Komplexe, welche die potentiellen in Einfluß nehmen und determinieren. Die allmählige Herausmodellierung der vollen Aktualität (Wirklichkeit) aus der Potentialität (Möglichkeit) durch die determinierende Wirkung der Teile aufeinander, und zwar immer unter der Priorität eines schon irgendwie vital-aktuellen Organisators, macht dann das eigentliche Wesen der Entwicklung aus, und wir müssen folgerichtig schon im befruchteten Ei auf Urorganisatoren stoßen, die man tatsächlich auch experimentell bereits erfaßt hat. In der Entwicklungsphysiologie der Pflanzen hat man die aktuellen Komplexe im Sinne Spemanns noch viel zu wenig erfaßt, weil man das eigentliche *Spezifizierungsgesetz der Entwicklung, welches eine Determinierung von oben, vom formgestaltenden Organisator,* her besagt, noch gar nicht klar gesehen hat. Man dachte vielmehr immer an eine Determinierung von *unten,* von der *Ernährung,* her, die doch nur im *Dienst* der Formgestaltung steht (und von der die Formgestaltung allerdings wesentlich abhängig ist).

Schon in der einfachen Algenzelle kann dem Kern gegenüber dem Plasma eine gewisse übergeordnete Aktualität zugeschrieben werden. Durch Plasmolyse kann man die Plasmasäckchen verschiedener Zellen in einzelne Plasmaballen zerfällen, und es zeigte sich dabei, daß nur der kernhaltige Plasmaballen eine Zellwand bilden konnte. Doch

konnten auch kernfreie Ballen sich mit einer Membran umgeben, wenn diese mit kernhaltigen Stücken der Nachbarzelle durch Plasmafäden in Verbindung standen. Die Membranbildung ist also hier nicht automorph, sondern ausgesprochen *hypomorph*, sie hängt von einem hier gleichsam übergeordneten Funktionskomplex der Nachbarzellen ab. Es gibt aber auch in dem ganzen sich entwickelnden System einer höheren *phanerogamen* Pflanze aktuelle determinierende Komplexe. Ein relativ potentieller Komplex ist z. B. das Cambium, und die ihm übergeordneten aktuellen Komplexe liegen in den wachsenden Triebspitzen. Pfropft man auf den Stiel eines Weinrebenblattes einen jungen Sproß, so beeinflußt dieser im Weiterwachsen den Blattstiel derartig, daß er selbst — besonders durch stärkeres Dickenwachstum und vermehrte Leitungsbahnenbildung — einem Sproßstück ähnlich wird. Nach den neuen Untersuchungen von *Coster* über die Cambiumtätigkeit in ihrer Abhängigkeit von den Triebspitzen ist es sehr wahscheinlich, daß die wachsenden Blättchen die Differenzierungszentren sind, von denen determinierende Wirkungen auf die Leitungsbahnenbildung ausgehen. Coster stellt die Hypothese auf, daß von den jungen Blättern morphogenetische Hormone in die Rinde abströmen und die Cambiumtätigkeit bestimmen. Von den jungen Blättern scheint auch ein determinierender Einfluß auf die *Streckung* der Internodien auszugehen. Bei der Schneebeere (Symphoricarpus rac. Michx) habe ich künstlich die Kelchblätter zum Verlauben gebracht (unter graduell abgestufter Verkümmerung der übrigen Blütenteile).[1] Es zeigte sich nun, daß bei starker Verlaubung unter Umständen auch der (sonst sehr kurze) Blütenstiel sich laubsproßartig verlängern kann. Der Gedanke liegt nahe, daß die Anregung zur Streckung von den verlaubenden Kelchblättern ausgeht. Das Wechselspiel von aktuellen und potentiellen Komplexen wird vermutlich in der Erforschung der Metamorphosen noch eine große Rolle spielen und der Experimentator wird seinen Blick vor allem auf die Vegetationspunkte richten müssen, nicht, wie bisher meist, von unten her in der Abhängigkeit vom Stoffwechsel den Formwechsel studieren. Es wird sich dabei auch zeigen, daß die Formgestaltung vielmehr die Ernährung beherrscht als die Ernährung die Formgestaltung, und daß Wachtsum eine von der Ernährung wohl zu unterscheidende vitale Sonderfunktion darstellt. Dieses Spezifizierungsgesetz im Verhältnis von

[1] Siehe *Hans André*, Über künstliche Blatt- und Blütenmetamorphosen bei der Schneebeere. Berlin, Bornträger 1927.

Wachstum und Ernährung hat neuerdings Heidenhain klar erkannt. Die Abstufung von Ernährung und Wachstum und die Erklärung aus dem Höheren als dem auch das Niedrige, worauf es baut, gestaltenden Prinzip, ist grundlegend für die Physiologie der Form.

Während Wachstum und Entwicklung nur auf dem Urbestand der aktuellen Komplexe weiterwirken, die im befruchteten Ei schon da waren, stellt die Fortpflanzung diesen Urbestand immer selbst wieder her. *In ihr geht also die Lebenstätigkeit am unmittelbarsten an ihr selbst in sich zurück, sodaß die Fortpflanzung ihrer Eigenart nach zweifellos die höchste Vitalfunktion der Pflanze darstellt* (die man sich auch am wenigsten durch ein fiktives mechanisches Modell veranschaulichen kann). Die stoffliche Kontinuität der sich stetig erneuernden Keimessubstanz hat schon Aristoteles geahnt. Wenn die immer wieder sich regenerierende Samensubstanz beim Organisierungsprozeß verbraucht wird, bleibt nach Aristoteles etwas unverbrauchtes Samenmaterial übrig, so, « wie ein Maler oft Farbe übrig läßt, derjenigen ähnlich, die er verbraucht hat ». Es wird bei einem neuen Zeugungsprozeß verwendet. Dazu kommt noch ein zweites, ein dynamisches Prinzip. Wenn man in Anlehnung an das Bild von Aristoteles die stofflichen Grundlagen der Vererbung mit den Farben des Künstlers vergleicht und sich dieselben im Kern bezw. in den Chromosomen des befruchteten Eies vereinigt denkt, so ist damit noch keineswegs ausgemacht, wann nun in der Entwicklung diese oder jene « Farbe » benützt wird. Die fortschreitende Aktivierung der Erbmasse kann nur durch die determinierende Wirkung der Teile aufeinander erfolgen, und zwar immer unter die Priorität irgend eines aktuellen Komplexes, der den potentiellen modellieren und gleichsam « färben » hilft. Daß die Erbmasse nicht selbst modelliert, sondern daß mit ihrer einseitigen (männlichen oder weiblichen) Vervielfältigung das Merkmal nur quantitativ gesteigert wird, hat gerade von Wettstein durch seine genialen Moosuntersuchungen gezeigt.

Wie nun drückt sich die Spezifizierung der pflanzlichen Vitalfunktionen im System der Pflanzen aus? Die *Reizbarkeit*, die den Bewegungen der Pflanze zugrunde liegt, ist, wie schon gesagt, *keine Vitalfunktion für sich*, sondern steckt schon in den Ernährungs- und Wachstumsvorgängen drin, die gleichfalls äußere Einflüsse zweckmäßig beantworten können. Bestimmte quantitative Gesetze der Reizreaktionen, wie das Talbotsche Gesetz, liegen bestimmten Wachstumsprozessen (Samenkeimung von Lythrum Salicaria) ebenso wie

den phototropischen Prozessen zugrunde. Reizinduktions- und Reizreaktionsorgane, soweit sie besonders für Reizbewegungen ausgebildet sind (wie z. B. die Ranken der Pflanzen), sind in ihrer Tätigkeit auch ganz in die Stoffwechsel- und Wachstumsvorgänge sozusagen eingebettet, drücken keine besondere Vitalfunktion der Pflanze aus (wie etwa Handlung beim Tier), sondern werden als sekundäre Anpassungscharaktere des vegetativen Systems erst erworben. Sie entwickeln sich nicht *über* dem vegetativen System (wie das Nervensystem der Tiere), sondern *innerhalb* desselben und sind deshalb einer *selbständigen* Höherspezifizierung nicht fähig. Da sie in allerengster Verknüpfung mit den Zufälligkeiten der Umgebung stehen, sind sie auch ungemein variabel und für die Klassifikation ohne Bedeutung. Dagegen bildet sich das *Fortpflanzungssystem* als Ausdruck einer besonderen Vitalfunktion der Pflanze relativ selbständig *über* dem vegetativen System aus und ist meist mit besonderen, ungemein fein abgestimmten Einrichtungen (Reduktionsteilung usw.) verbunden. In seiner relativen Selbständigkeit ist es ebenso einer Höherspezifizierung fähig wie die Handlungsfunktion beim Tier. Ja, diese Höherspezifizierung ist in der pflanzlichen Lebenssphäre von ähnlicher Wichtigkeit wie die Höherspezifizierung des Nervensystems beim Tier. Es ist aber auch klar, daß die Fortpflanzung, da sie innerhalb einer bestimmten Spezifizierungsstufe in ihrer Funktion wesentlich sich gleichbleibt, auch am längsten die *Organisationscharaktere* dieser Stufe beibehalten kann. Daher finden wir im allgemeinen in der Reproduktionssphäre die wichtigsten systematischen Gruppenkonstanten, sodaß die besondere Stellung der Reproduktionscharaktere in der Hierarchie der Merkmale funktionsgesetzlich begründet ist.

Vor allem aber wird die Höherspezifizierung der Pflanze auf die Hauptorgane ihrer Vitalfunktionen (sowohl in vegetativer wie in reproduktiver Beziehung) auf das *Protoplasma* und den *Kern* sich erstrecken. Wenn die Fortpflanzung, spezifizierungsgesetzlich betrachtet, die höchste Vitalfunktion der Pflanze darstellt, und wenn das Charakteristische der Pflanzenwelt nicht die Mannigfaltigkeit an Handlung, sondern der Formenreichtum ist, dann darf man in der Steigerung der Kapazität für die Erbsubstanz und der sie bedingenden Modifizierung der Fortpflanzungsverhältnisse das allgemeinste Spezifizierungsgesetz im Systemaufbau erblicken. Die Steigerung der Anlagenkapazität vollzieht sich durch die allmähliche Umprägung des Haplobionten zum Diplobionten, sodaß die höchst ausgebildeten Pflanzen schließlich durchweg Diplo-

bionten sind, also Pflanzen, die gleichsam mit der doppelten Farbenskala ihren Reichtum an mendelnden Eigenschaften verwirklichen können.

Aber die spezifizierungsgesetzliche Betrachtungsweise dringt noch tiefer in den Systemaufbau ein. Sie berührt sich hier mit den tiefen synthesiologischen Auffassungen Heidenhains. Nach Heidenhain beruht, wie wir schon gesehen haben, das echte einfache Wachstum auf einer Art Polymerisierung der lebenden Substanz durch Teilung der Protomeren. Es stellen nun alle sichtbaren Strukturgebilde der Zelle, also nicht nur Kern, sondern auch Chromosomen, Zentren, Chlorophyllkörner usw. sich teilende und vermehrende Teilkörpersysteme dar, die in der Zelle als einem « Teilkörpersystem höherer Ordnung » zusammengefaßt sind. Die Gewebezellen treten ihrerseits stufenweise zu Verbänden oberer Ordnung zusammen, welche ihre eigene Art zu funktionieren und zu reagieren besitzen, sodaß wir mithin dem Körper eine entwicklungsphysiologische Gesamtverfassung zuschreiben müssen. Daraus ergibt sich schon, daß *spezifizierungsgesetzlich* die Einzelzellen des höheren Organismus von der Einzelzelle eines Protisten streng zu unterscheiden sind. Es entspricht nämlich der Einzelzelle des Protisten mit ihren verschiedenen Organellen der *ganze Leib* des höheren Organismus mit seinen verschiedenen Organen. Aber die Zellen sind als Teilkörpersysteme höherer Ordnung auch noch in anderer Hinsicht keineswegs gleichwertig, sondern zeigen spezifizierungsgesetzlich einen regelrechten Stufenbau, welcher der universalgesetzlichen Betrachtungsweise lange Zeit verborgen blieb. Das hat *Schußnig* in seiner überaus interessanten Arbeit: Die pflanzliche Zelle im Lichte der Phylogenie (Wien 1927) zu zeigen versucht. Ich kann nur einiges Wenige daraus andeuten. Bei den niedersten Pflanzenformen der Blaualgen und Bakterien haben wir den Archiblasten. Es fehlt noch die sexuelle Fortpflanzung. Der Kern ist als sogenannter *offener Kern* vorhanden, d. h. das Chromatin, die stark färbbare Kernsubstanz, findet sich in Gestalt kleiner, dunkel gefärbter Körnchen (Epiplasten), die den nicht färbbaren kugeligen Gebilden (den Endoplasten) aufsitzen. Von da aus zu den Flagellaten ist ein Übergang nicht zu finden. Hier haben wir schon einen stark färbbaren *einheitlichen Binnenkern* und einen chromatinfreien Außenkern. Da dem Kern gegenüber dem Plasma in der Nahrungsaufnahme, Membranbildung usw. eine gewisse Führerrolle zukommt, dürfen wir diese Vereinheitlichung des Kernes als einen Fortschritt in der Zentralisation der Funktionen deuten. Die ungeschlechtliche (vegetative) Vermehrung der Flagellaten geschieht durch Zwei-

teilung. Kern und Plasma teilen sich in zwei Partien und auch die Organellen verdoppeln sich. Bei den Flagellaten finden wir aber auch schon die geschlechtliche Fortpflanzung. Zwei ganze Individuen verschmelzen zu einer Dauerspore (Zygote), aus der dann wieder bei günstigen Lebensbedingungen die begeißelten Einzeller ausschlüpfen. Die Geißelzellen entstehen jetzt nicht durch Zweiteilung des Zygoteninhaltes, sondern durch « Zerfallsteilung » ; der Zygoteninhalt zerfällt gleich in mehrere Tochterindividuen. Homolog mit der Flagellaten-Zyste ist die vegetative Zelle der niedrigsten Grünalgen, der Protococcalen, bei denen ebenfalls ein Individuum zugleich in mehrere (4-8) Tochterindividuen zerfällt. Mit der Zerfallsteilung der Protococcalen läßt sich die besonders geartete Zweiteilung der höheren Grünalgen vom Typus Ulothrix in Beziehung bringen, die als eine Art Zerfallsteilung aufzufassen ist, bei der die Zahl der entstehenden Schizonten auf zwei reduziert wurde. Hier schließt diese Stufenfolge ab. Auch bei den Diatomeen müssen wir bei der Klassifikation unseren Blick ganz auf die Fortpflanzungsverhältnisse richten. Bei den zentrischen Kieselalgen (Tentricae), von denen als Beispiel Biddulphia genannt sei, teilen sich zunächst Kern und Plasma in zwei Portionen. Dann machen Kern und Plasma eine Reihe von weiteren Teilungen durch, und aus jeder Halbzelle entstehen eine Anzahl von Gameten, die heraustreten und paarweise kopulieren. Eine Diatomeenzelle ist also gleichwertig mit *zwei* Gametangien, wie die Protococcalenzelle (in der die Fortpflanzungszellen entstehen) nur einem Gametangium homolog ist. Die *eine* Diatomeenzelle entspricht also *zwei* Zellen von der Art der Protococcalen (Blastophytenzelle). Bei den pennaten Kieselalgen tritt ebenfalls Zweiteilung des Zellinhaltes ein. Die Teilprodukte aber teilen sich nicht mehr, sondern verschmelzen paarweise mit denen eines anderen Individuums. Es können also hier gleichsam die ganzen Gametangien kopulieren. Auch hier schließt eine Stufenfolge ab. Eine neue Stufenfolge knüpft an die Protococcalenzelle (den Monadophytentypus) an. Ist mit einer Zerfallsteilung nur Kernteilung, aber keine Protoplasmateilung verbunden, so erhalten wir eine einzige *vielkernige Zelle*, die, wenn sie durch Nahrungsaufnahme wächst, den Typus der Schlauchalgen (Siphoneen) und der Pilze darstellt. Ein solches fadenförmiges vielförmiges Gebilde nennt man einen Cocloblasten. Die Cocloblasten können zu einer sekundären Wandbildung fortschreiten (von der Bildung von Ringwülsten ausgehend, die sich irisblendenartig nach innen schließen), und so sind aus den Siphonales

die Siphonocladales abzuleiten. Sie bestehen aus vielkernigen « Zellen », die nur aus der Abschnürung eines vielkernigen Schlauches hervorgegangen sind. Es kann, wie wir gesehen haben, an die Stelle des « *offenen Kernes* » (= Summe der Epiplasten) der *einheitliche Kern*, an die Stelle der *Gametenkopulation* die *Gametangienkopulation* treten. Es können aber auch einzelne Kerne sich zu einem *Kern höherer Ordnung, einem sogenannten polyenergiden Kern* zusammenschließen. Die Kopulation bei *Spirogyra* ist als eine Gametangienkopulation aufzufassen, wobei jede der beiden verschmelzenden Zellen einen Kern höherer Ordnung besitzt, der einer Vielheit von einfachen Kernen homolog ist. Wir sehen, wie sich in dieser Stufenfolge Organe zu immer höheren Systemen mit auch wohl höheren Systemfunktionen vereinigen, was Schußnig als *Integrationsgesetz* bezeichnet. Das ist zweifellos ein echtes Spezifizierungsgesetz im Systemaufbau und zeigt die Unmöglichkeit einer bloß universalgesetzlichen Charakteristik der Zelle im Sinne der *alten* Zellenlehre. Ob die Integration bei den Cormophyten (Sprohpflanzen, die von den Moosen bis zu den Blütenpflanzen hinaufreichen) noch eine oder einige Stufen höher steht, wie bei Spirogyra, wissen wir nicht. Sicher können wir nur sagen, daß die Cormophytenzelle ebenfalls eine polyenergide Zelle mit hoch zusammengesetztem Kern ist. Neu ist die Zellwandbildung. Die Membran wird angelegt von einem Teil des Kerngerüstes, einem Körnchensaum, der sich schließt. Bei den Blütenpflanzen sind Mikro- und Makrospore (Pollenkorn- und Embryosack) einzellig, jedoch mehrkernig. Durch ein Reduktionsgesetz hat hier das ursprünglich vielzellige Prothallium der Farne den Wert einer einzigen Zelle erhalten. Als Rest der ganzen Vielzelligkeit bleiben nur mehr einige Kerne erhalten, drei beim Pollenkorn und acht normalerweise im Embryosack des Fruchtknotens. Das Integrationsgesetz im Stufenbau der Fortpflanzungszellen findet ein Analogon in der Eanthienlehre Wettsteins, wonach die Blüte sich durch den Zusammenschluß vieler nackter Blüten gebildet hat, und die Blüten wieder durch Vereinigung zum Blütenstand bei den Compositen eine Blüte höherer Ordnung (ein Pseudanthium) hervorgebracht haben. So viel Hypothetisches und Problematisches in Schußnigs Integrationsgesetz heute auch noch steckt, zum mindesten sieht man, wie die Frage nach echten systematischen Spezifizierungsgesetzen für die Forschung problemgebend sein kann.

Mit der Aufzeigung der systematischen Spezifizierungsgesetze der Pflanzen erhebt sich die Systematik von einer bloßen « Katalogisierung »

(Driesch) zu einer höheren Rationalität, insofern das, was die bloß quasi-grammatikalische Analyse nicht erfassen kann, durch Zusammenstellung von Beobachtungen in Form geeigneter Reihen einen *Zusammenhang* gewinnt, der, wie *Goethe* sagt, « *gleichsam sich selbst erhellt* », wie der Zusammenhang der Worte und Sätze in Prosa und Poesie.

Das wichtigste spezifizierungsgesetzliche Problem für die *natürliche* Systematik wird zunächst sein, ob die *Spezies naturalis* als ein bloßes *Scheinding* eliminiert werden muß oder ob sie, wie etwa im Sinne der *Formenkreislehre Kleinschmidts* [1], wieder rehabilitiert werden kann ? Kleinschmidt glaubt ja auf dem zoologischen Gebiet gezeigt zu haben, wie man vielleicht durch das so oft verspottete Studium der kleinsten geographischen Abweichungen der Form einem ganz neuen Spezifizierungsgesetz auf die Spur kommen kann, durch das man die *Realgattung* als eine natürliche Einheit abgrenzen kann. Die Beobachtung zeigt, daß noch so ähnliche Tiere, die denselben geographischen Raum bewohnen, ihrer inneren Natur nach verschieden sein können. So kommen bei uns in Gärten, auf Wiesen und Feldern drei Weißlinge vor : der große Kohlweißling, Pieris brassicae (L.), der kleine Kohlweißling, auch Rübenweißling genannt, Pieris rapae (L.), und der Rübensaatweißling, Pieris napi (L.). Diese drei Weißlinge flattern gemeinsam über derselben oder sitzen nebeneinander auf derselben Blumengruppe, ohne die geringste Notiz voneinander zu nehmen. Sie erweisen sich dadurch als Rassen von drei ihrer Natur nach verschiedenen Formenkreisen, die sich nicht miteinander begatten. Dagegen zu demselben Formenkreis, zu dem unser Kohlweißling gehört, zählt auch derjenige der Kanarischen Inseln, ferner gehört unser Rübenweißling und derjenige von Japan und schließlich unser Rübensaatweißling und sein Verwandter aus Ostasien derselben Realgattung an. Sie können sich untereinander paaren und sind nur verschiedene, geographisch einander sich ausschließende « Ausgaben » oder « Masken » desselben Wesens. Außer den Rassen, die sich als geographisch (durch Nahrung, Boden, Klima usw.) bedingte Abarten eines und desselben Formenkreises darstellen, gibt es noch *Spielarten*, die lediglich Variationen einer Rasse sind und sich bei der Züchtung durch den Menschen vergrößern können. Auf die Abgrenzung der Formenkreise und Rassen wird zur Zeit eine ungeheure Präzisionsarbeit verwendet, und in dem Buch von Kleinschmidt finden wir die schönsten Beispiele gesammelt.

[1] Die Formenkreislehre, Halle 1926.

So unterscheidet dieser gründliche Vogelkenner bei dem großen Edelfalken zwei Formenkreise oder Arten, den Jagdfalken (Falco Hierofalco) und den Wanderfalken (Falco Peregrinus). Von jenem finden wir nicht weniger als 13, bei diesem sogar 17 geographische Rassen, von Grönland bis Madagaskar, durch alle Erdteile und Zonen verbreitet. Ähnlich ist es bei den Haubenlerchen, deren größter Formenkreis sogar in 36 Rassen abändert und bei den Sumpfameisen, von denen eine Art, die Weidenameise (Parus Salicarius), 30 Rassen aufweist. Auch in den von *Wasmann* mit so vielem Fleiß und so vieler Liebe studierten *Mimikryformen bei den Ameisengästen* sieht Kleinschmidt schöne Beweise für die Formenkreislehre. Es handelt sich dabei um Insekten, die an der reich gedeckten Tafel der Ameisen Nahrung und in ihren Bauten Unterkommen suchten und in Färbung, Gestalt usw. ein ameisenähnliches Aussehen gewannen. Nach der Ansicht Wasmanns hat die Bedrohung oder die Verhätschelung durch die Ameisen hier keineswegs neue *natürliche Arten* geschaffen, sondern nur vorhandene Anlagen zu weiteren Umbildungen veranlaßt, was zur Entstehung neuer systematischer Arten führte. Die schon von Wasmann getroffene Unterscheidung der natürlichen Arten und der systematischen Arten erhält nun gerade durch die Formenkreislehre eine neue Stütze. Schon vorhandene Formenkreise mit altertümlichem Aussehen, wie sie unter Genist und Steinen oder in engen Gängen sich heranbilden, waren in eine Gestalt hineingewachsen, die es ihnen möglich machte, sich in Ameisenbauten einzudrängen. Manche wurden vielleicht von den Amseien selbst eingeschleppt. Der Aufenthalt im Ameisenpalast beeinflußte die Umbildung weiter. Je nachdem die Einwanderung früh oder spät geschah und je nach der Taktik ihres Verhaltens machten die einen den Werdegang ihrer Wirte mit, die anderen beschritten einen Weg der Abwehr oder den der Einschmeichelung. Das sind aber Wege, die jedes Tier schädlichen oder freundlichen Naturgewalten gegenüber einschlägt. Der Formenkreis entwickelt sich nach den Richtungen hin, in der sich die Einzelwesen am meisten abzappeln. Auch auf *botanischem* Gebiete hat sich die Formenkreislehre zum mindesten schon als eine fruchtbare Arbeitshypothese erwiesen. *Mönkemeyer* schickte Kleinschmidt einen schönen Formenkreis von Ceratodon purpureus. Kleinschmidt selbst bildete früher Formen von Pinus Cembra ab und ein Botaniker schrieb ihm aus Java, daß er bei den Tropenpflanzen die Formenkreislehre bestätigt gefunden habe. Das fundamental Neue bei der Sache aber ist: je mehr die Forschung

fortschreitet, desto mehr zeigt sich, daß bei aller Auseinanderstrahlung in Rassen doch ein Formenkreis nicht in den anderen übergeht. Vielmehr entwickeln sich die natürlichen Arten unvermischt parallel zueinander, nach eigenen Spezifizierungsgesetzen, auf selbständigen Wegen. Der Formenkreis, die spezies naturalis, schließt zusammengehörige tote und lebende Rassen zu einer erdgeschichtlichen Lebenseinheit zusammen, die durch ihr besonderes Spezifizierungsgesetz abzugrenzen ist. Kleinschmidt nimmt in Übereinstimmung mit *Kant* an, daß eine Urrasse oder wie er sie auch nennt: eine Zentral-, Wurzel- oder Keimbohnrasse solange nacheinander Tochterrassen abstößt, bis sie selbst verbraucht ist und erlischt. Damit ergibt sich nun auch eine wesensgesetzliche Unterscheidung zwischen dem entwicklungsgeschichtlichen *Ausbau* eines Formenkreises und seiner ersten Entstehung selbst. Der Ausbau vollzieht sich durch die Rassenbildung mit geographischer Ausschließung der Rassen untereinander, während die Bildung eines neuen Formenkreises nur zurückgreifend und rückwärts ausholend von einer noch unausgebauten, primitiveren selbständigen *Neubildung* her beginnen konnte. Diese Entstehung durch Neubildung, die als eine *Neu- und Höher*spezifizierung gefaßt werden muß, liegt bei der Erstentstehung des Menschen und der jeder anderen natürlichen Art sozusagen auf derselben Linie. Der Mensch ist sui generis, wie auch jede andere Art sui generis ist.

Zur Beurteilung der Formenkreislehre wird man erst dann etwas Entscheidendes sagen können, wenn das Artbildungsproblem durch die Genetik einmal besser aufgehellt ist. Da es meist unmöglich sein wird, den Kreis bis zu seinem Entstehungspunkt genau abzugrenzen, bleibt seine Charakteristik eine unvollständige. Eine vollständige Charakteristik wäre nur möglich, wenn wir das ganze selbständige Weltwerden der Formenkreise gewissermaßen kinematographisch uns vergegenwärtigen könnten, was natürlich unmöglich ist.

Wichtig erscheint mir, daß Kleinschmidt für die Wurzel der Keimbohnrassen eine selbständige Entstehung annimmt, während die geographischen Rassen nur ein Ausbau des selbständig entstandenen Komplexes sind. Im Gegensatz zur bisherigen Deszendenztheorie fordert also Kleinschmidt ein anderes Spezifizierungsgesetz für die Entstehung der natürlichen Arten, wie für die Entstehung der geographischen Rassen. Wieviel in diesen Vorstellungen Richtiges steckt, muß die künftige Forschung entscheiden. Auf alle Fälle muß bei dieser Nachprüfung das ganze Problem auch exakt im Sinne der Erblichkeits-

forschung behandelt werden. Nach der heutigen Genetik sind die Linnéeschen Arten der erblichen Zusammensetzung nach mit einem großen Komplex von Mosaikbildern zu vergleichen, wobei für jedes Merkmal eine Anzahl differenter Steinchen vorhanden sind. Die reinste Untergruppe stellt der Biotypus dar, wo auf mütterlicher Seite genau die gleiche Mosaikzusammensetzung vorliegt. Durch Umkombinierung und Neukombinierung der Erbanlagen verschiedener Biotypen sind die Jordanone entstanden zu denken. Sie bestehen aus einer sehr großen Zahl von Biotypen und bilden in ihrer Gesamtheit die Art. Es ist nun nach der heutigen Genetik möglich, daß durch kleine schrittweise Mutationen neue Biotypen und dadurch auch neue Jordanone entstehen, die das Bild der Art bereichern. Sterben einige Jordanone, die in der Zusammensetzung der Art gleichsam als vermittelnde Zwischenglieder dastehen, aus, so können nun die auseinanderstehenden Jordanone sich selbständig weiterbilden. Aber es ist nach der heutigen Auffassung zweier der bedeutendsten Vererbungsforscher, Bauers und Philiptschenkos, höchst unwahrscheinlich, daß auf diesem Wege der rein genotypischen Umbildung eine Spezies etwa in eine neue Gattung, Familie usw. sich umbilden könnte. Denn der Gattungscharakter ist dispositionell nicht in dem Komplex summenhaft austauschbarer Gene (also in den Chromosomen) grundgelegt, sondern offenbar tiefer — im *Plasma,* der eigentlichen Artsubstanz (im weitesten Sinne) mit den charakteristischen Konstanten ihrer Reaktionsnorm. Jedenfalls erscheint also auch vom genetischen Standpunkt aus das Problem der species naturalis nicht mehr ohne weiteres als ein Scheinproblem. Ist Artdifferenzierung (d. h. Differenzierung im Rahmen der Art) nur genotypische Differenzierung, dann ist die Realgattung (die species naturalis) vielleicht einmal streng abgrenzbar. Beim Menschen ist zweifellos jede Differenzierung (in die Rassen und Unterrassen) nur durch eine *akzidentelle,* also genotypische Differenzierung entstanden zu denken. Ob es auch bei allen anderen Arten so der Fall ist, muß die Genetik erst entscheiden.

Im System der Pflanzen gibt es nicht nur funktionelle Spezifizierungsgesetze, sondern auch *gestalttypische* oder rein *architektonische.* Sie aufzudecken, ist die Aufgabe der reinen Morphologie. Die neuen Fragestellungen ergeben sich aus der Problemfülle des klassischen Systembegriffes, wie sie *Otto Willmann* [1] einmal sehr anschaulich

[1] Aus der Werkstatt der Philosophia pereennis, 1912, pag. 166 ff.

entwickelt hat. Systema im Sprachgebrauche der Alten bedeutet Zusammenordnung; so wurde System in der Metrik im Sinne von gruppierten Versen, in der Poetik in dem des Aufbaus eines Dichterwerkes, in der Staatslehre in dem von Verfassung gebraucht. Das System der Pflanzen ist also nicht etwas für die Botanik schlechthin Irrationales, sondern mit der Herausarbeitung der Spezifizierungsgesetze der Systemstufen erschließt sich uns auch bis zu einem gewissen Grade sein *sinngesetzlicher* Aufbau, sein intelligibler Gehalt. Goethes Aufzeigung der «*Urphänomene*», der «charakteristischen Gehalte», ist, genau betrachtet, eine Aufdeckung der Spezifizierungsgesetze, die zu den «prägnanten Punkten der Ableitung» in einem integralen-normativen Sinne hinführen, wenn sie auch die Punkte selbst nicht immer klar erkennen lassen. Ein integrales-normatives Spezifizierungsgesetz tritt uns schon in *Humboldts Zahlengesetz* entgegen, welches zeigte, daß die *typologische* Aufspaltung des Systems im Pflanzenteppich in verschiedenen geographischen Gebieten konstante Proportionen aufweist. Nach *Friedmann* [1] erfolgt die typologische Aufspaltung der Angiospermen in den aufeinanderfolgenden Schichten (Kreide, Tertiär, Jetztzeit) wahrscheinlich nach einem ganz bestimmten Spezifizierungsgesetz, das ökologischen Gesichtspunkten offenbar übergeordnet ist. Dieses Gesetz besagt, daß die Angiospermen in der Kreide und im Tertiär sich in einem proportional fast gleichen Spektrum wie heute auf die Hauptgruppen verteilen, fasse man nun Familien oder Ordnungen ins Auge oder die in diesen Ordnungen vertretenen Arten. Wo eine Abweichung auftritt, wie bei den Sympetalen, wäre sie von durchgreifender gesetzmäßiger Art. Friedmann hat hier zweifellos ein echt systematisches Problem gesehen, wenn auch dessen Behandlung durch die Lückenhaftigkeit der paläontologischen Aspekte noch sehr unvollkommen ist.

Weit sicherer ist die Frage nach echt morphologischen Spezifizierungsgesetzen an den heutigen Formen zu beantworten. *Seybold* [2] zeigte, daß in den verschiedenen Familienreihen der Angiospermen die gleichen Blattypen, z. B. der grasartige, lorbeerartige, kapuzinerkressenartige, ferner der eschenähnliche, akazienähnliche, der ahornartige, hahnenfußartige usw. sich in aufsteigender Komplikation wiederholen. Es sind dies meist keine adaptiven, sondern rein morphologische

[1] Die Welt der Formen, Berlin 1925, S. 395 ff.

[2] Untersuchungen über die Formgestaltung der Blätter der Angiospermen, Bibliotheca genetica, Bd. XII.

Parallelismen. Noch viel schönere Beispiele solcher morphologischer Parallelismen hat Troll [1] im Bereich der Blüte aufgezeigt. Er findet z. B., daß zwischen dem Aufbau der Kompositenblüten, die als Blütenstand ja eigentlich Scheinblüten darstellen, und dem Aufbau von einfachen Zwitterblüten sehr weitgehende Übereinstimmungen im gestaltlichen Ausdruck bestehen. Sie erstrecken sich nicht bloß auf die Strahlung der Randblüten überhaupt, sondern auch auf die Gestalt der Pseudopetala, ihre Farbe und, soweit vorhanden, auch auf ihre Zeichnungen. Besonders wichtig ist auch die detaillierte Ähnlichkeit beim Scheinkelch, weil bei ihm gestaltliche Analogien noch weniger ökologisch verständlich sind, wie bei den Pseudopetalen, die als Schauapparat funktionieren. Die Compositenblüte zeigt sogar bei ihren hochreduzierten Formen die Tendenz zur Fünferzahl bei den Randblüten und auch das Involukrum ist in vielen Fällen auf fünf Brakteen zusammengeschmolzen. Diese Tendenz ist eine rein morphologische *Typovergenz,* denn die Dikotylenblüte ist im Vergleich zur monokotylen *typisch* fünfzählig.

Wie man sieht, wird das gestalttypische Spezifizierungsgesetz durch die *quidditative* Abstraktion der gestaltlichen Ausdrucksqualitäten ermittelt. Die Morphologie kann diese Art der Abstraktion ebensowenig entbehren wie die Physiologie. In der Physiologie führt sie durch die Unterscheidung der aktuellen und der potentiellen Komplexe und durch den Einblick in die allein mögliche Wirkursachennatur und Priorität des vitalen Aktes zu der fruchtbaren kausalen Fragestellung, wie sie sich in der Entdeckung der Assimilationsorganisatoren (den aggenerativ tätigen Protomeren) und der Gestaltorganisatoren Spemanns bestätigen mußte. In jeder Hinsicht führt die quidditative Abstraktion zur Vertiefung und Ausweitung unseres Wissens vom lebendigen Objekt. Besonders Schußnigs Untersuchungen haben dies im Hinblick auf die Erforschung der Systemstruktur gezeigt. « Im Reiche der höheren Pflanzen », schreibt Schußnig, « sehen wir, wie immer wieder die Blüte auf dem Wege über die Infloreszenz unter gleichseitiger Vereinfachung der einzelnen Teilblüten zu einem einheitlich erscheinenden, morphologisch einfacher als die Infloreszenz zu wertenden Gebilde wurde. Hier ist das leitende Prinzip, die möglichst ökonomische und sichere Durchführung der Fortpflanzung, und unter dem Einfluß dieses für den Organismus äußerst wichtigen Vorganges sehen wir immer wieder

[1] Organisation und Gestalt im Bereich der Blüte, Berlin 1928.

gleiches oder ähnliches auftreten, nämlich das, was wir deskriptiv als Blüte bezeichnen. » Ein ähnliches Integrationsgesetz in der Reihenbildung zeigt dann auch Schußnig in den Systemstufen der Zelle und auch dieses erscheint ihm funktionsgesetzlich und unter einer biologischen Norm verständlich. Systematik gewinnt so fortschreitend eine gewisse rationale Durchbildung, bei der das spezifizierungsgesetzlich erfaßte Struktur- und Funktionsgesetz der Pflanze immer deutlicher, wie in einem Farbenspektrum, sich auseinanderfaltet und der typologische Unterschied zum Tier, der an der Wurzel des Organismenreiches noch so unsicher und verschwommen erscheint, klar heraustritt. Denn im Tierreich beginnt mit einem neuen Funktionskreis auch ein neues Spektrum. Von den Schwämmen abgesehen, haben die Metazoen ein selbständiges, aus dem vegetativen System gleichsam herausgetretenes Reizverhaltungssystem (das Nervensystem) ausgebildet, das nun die Höherspezifizierung der spezifisch tierischen Vitalfunktion, der Handlung ermöglicht. Ob schon davorliegend, bei den Schwämmen und tierischen Protisten, primitive Handlungen in Form von Probierbewegungen (Versuch und Irrtum) eine *klare* Abgrenzung von den Pflanzen zulassen, bedarf noch sehr eingehender Untersuchungen. Irgendwo muß ja das « Schichtennovum », wie *Nicolai Hartmann* sagt, einmal begonnen haben und die Schwierigkeit des Nachweises beweist nichts gegen seine Existenz. Beim Menschen schließlich ist, wie schon *Caesalpin* gesehen, eine Höherspezifizierung der höchsten geistigen Funktionen (Selbstobjektivierung und Freiheit) durch Organdifferenzierung nicht möglich, weil die geistigen Funktionen, nur so weit sie auf der Grundlage der Sinnes- und Phantasietätigkeit sich vollziehen, eines Organs bedürfen, aber in sich betrachtet aus der inneren Organgebundenheit schon herausgetreten sind, sodaß der Mensch, im Gegensatz zum Tier, auch seine Organe belehren kann. Das Tier ist nur gleichsam erst aus der Vegetalsphäre herausgetreten, der Mensch auch aus der Sinnes- und Triebsphäre. Seine geistigen Potenzen aber können sich nicht mehr durch Organe weiter spezifizieren und deshalb gibt es nach Caesalpin auch nur eine Spezies Mensch. So wird uns spezifizierungsgesetzlich und funktionsgesetzlich der ganze irdische Stufenbau in seinen Grundzügen verständlich. [1]

[1] Über die Spezifizierungs*ursachen* vgl. das « *System der Metaphysik* » (Neimeyer, Halle) von Freiherr *Béla von Brandenstein*, das eine von der unserigen teilweise abweichende, aber sehr beachtenswerte Anschauung entwickelt, die zur prinzipiellen Klärung gerade durch ihre zum Teil andersartige Einstellung sehr viel beiträgt.