

Über die Stammesgeschichte der Lebewesen¹⁾

(Eine kritische Überprüfung unseres gesicherten
Wissens.)

Von Univ.-Prof. Dr. Walter Zimmermann, Tübingen.

Vortrag, gehalten am 4. März 1960.

Von den stammesgeschichtlichen Vorgängen berichten unübersehbar viele sogenannte „Tatsachen“: fossile Zeugen aus der Vergangenheit, Beobachtungen über die Verwandtschaft der Lebewesen in ihrer abgestuften Mannigfaltigkeit, sowie Entwicklungs- und Erbexperimente. Sie alle belegen die Existenz einer stammesgeschichtlichen Entwicklung. Das allgemein anerkannte Wissen über Grundfragen der Stammesgeschichte ist jedoch sehr klein. Zu fast jeder etwas bedeutsameren Frage vertreten auch anerkannte Wissenschaftler gegensätzliche Ansichten. Wie ist das möglich?

Die Ursache für solche Widersprüche liegt

¹⁾ Meinem Freund, Prof. Dr. Gerhard Heberer, Göttingen, zu seinem 60. Geburtstag, März 1961.

meiner Ansicht nach nicht in allzu spärlichen Einzelbeobachtungen und Einzelexperimenten. Lediglich durch ein Anhäufen von weiteren Naturbeobachtungen oder Experimenten wird deshalb auch kaum eine bessere Verständigung gewonnen. Nein, was hier nottut, ist ein viel tiefer gehender Wandel unserer Gesamtanschauung, ist eine Besinnung auf die Basis unseres stammesgeschichtlichen Forschens.

D. h. die „Schuld“ — wenn ein solches moralisch klingendes Werturteil beim wissenschaftlichen Arbeiten erlaubt ist — liegt bei der Methode unseres wissenschaftlichen Arbeitens. Und „schuld“ an den unbefriedigenden Arbeitsmethoden ist im Grunde die Geschichte unserer jungen Evolutionsforschung.

Es war nämlich ein recht krummer Weg, den die Evolutionsforschung eingeschlagen hat, so krumm, daß man auf den einzelnen Wegstrecken Anfang und Ziel des Weges oft nur schlecht sehen konnte.

Gestatten Sie mir, daß ich zur besseren Verständigung und damit zur Sicherung unseres stammesgeschichtlichen Wissens auf Geschichte und Methode unseres Arbeitens kurz eingehe. Beginnen wir mit der entscheidenden Methode: mit der Fragestellung. Was wollen wir unter Stammesgeschichte, Evolution, Phylogenie verstehen ?

Als Naturwissenschaftler, als Biologen verstehen wir unter Stammesgeschichte, Evolution, Phylogenie ¹,

¹) Stammesgeschichte, Evolution, Phylogenie meinen den gleichen Vorgang, d. h. den einzigen Naturvorgang,

einen Naturvorgang, einen Lebensprozeß, und zwar denjenigen Naturvorgang, denjenigen Lebensprozeß, der in der Vergangenheit die Organismen am Ende langer Ahnenreihen andersartig gemacht hat, als ihre Ahnen.

Ein Naturwissenschaftler, der die Stammesgeschichte erforscht, muß somit — das scheint fast selbstverständlich — diesen in der Vergangenheit abgelaufenen stammesgeschichtlichen Entwicklungsvorgang möglichst wirklichkeitstreu, ohne Rücksicht auf politische oder religiöse Auffassungen oder subjektive Empfindungen, erfassen, schildern und nach Kenntnis des Ablaufs die Ursachenzusammenhänge ergründen.

Trotz der Selbstverständlichkeit dieser Verpflichtung zur Wirklichkeitstreue stoßen wir immer wieder auf so grobe Methodenverstöße, daß ich die auf uns lauernenden methodischen Gefahren an einigen Beispielen erläutern möchte. Vermeiden wir nämlich die Methodenfehler nicht, ist eine Verständigung unmöglich.

Betrachten wir zunächst als ein Beispiel die vielen Diskussionen über die Evolution des Auges und deren Ursache. In fast allen Einwendungen gegen die moderne Abstammungslehre hören wir — ich zitiere wörtlich ein Buch, welches sich „Der Irrweg des

der verschiedenartige Organismen miteinander verknüpft. Die vielen Versuche, die drei vorgenannten Begriffe verschiedenen Vorgängen zuzuordnen, sind ebenfalls ein Kennzeichen der Unmethodik.

Darwinismus“ nennt — daß wir über die Ursachenzusammenhänge bei der Entstehung des Auges „uns nicht die geringste Vorstellung machen können“, und daß deshalb beispielsweise der „Darwinismus ein Irrweg“ sei. Wie aber können wir Ursachenzusammenhänge bei einem komplizierten Lebensvorgang — in unserem Fall der Augenevolution — erkennen und sinnvoll diskutieren? Eigentlich müßte die Antwort ganz klar sein: Ohne Kenntnis vom Ablauf eines Geschehens können wir unmöglich die Ursachenzusammenhänge ergründen. Wie will man die Ursache für das Fließen des Wassers oder für die Säftebewegung in der Pflanze ergründen, wenn man nicht wüßte, ob das Wasser im Fluß bzw. der Saft im Pflanzenstamm aufwärts oder abwärts fließt? Wie die Kräfte des Blutkreislaufes analysieren, wenn wir nicht wüßten, ob und wo das Blut vom Herzen oder zum Herzen strömt. Erst muß der Weg klar sein, ehe man über Ursachenzusammenhänge etwas sagen kann.

Was aber wissen wir vom Weg der Evolution des Auges und ähnlich komplizierter „Synorganisationen“? Was wissen gerade diejenigen, die an diesem Beispiel die Abstammungslehre diskreditieren wollen, von den Zwischenstufen und von den von Stufe zu Stufe benötigten Zeiten? Nichts! Die leidenschaftlichen Diskussionen über Ursachenzusammenhänge bei der Augenevolution sind also von vornherein sinnlos.

„Schuld“ an dieser Unmethodik ist die Geschichte: Man ging seinerzeit in der Geschichte der Evolutions-

forschung gar nicht methodisch vor, man hat nicht erst die einzelnen Erscheinungen des Wandels untersucht und dann aus einer genügenden Zahl bekannter Wandlungsvorgänge Gesetze gesucht. Vielmehr hat man hier den Gaul zunächst vom Schwanze her aufgehäutet. Lange, ehe man Belege für die Phylogenie auch nur gesucht hat, geschweige denn etwas vom stammesgeschichtlichen Wandel wissen konnte, sah man als Ergebnisse dieses Wandels große biotische Ordnungssysteme.

Ein solches Ordnungssystem ist der Mikrokosmos, der einzelne Mensch oder ein sonstiger Organismus bzw. ein Glied des Mikrokosmos wie das Auge. Die Harmonie dieser Ordnungssysteme hat schon der vorgeschichtliche Mensch gehaut, bestaunt, bewundert und wegen der scheinbar unerklärlichen Größe oft erschauernd mythisch-magisch verehrt. Ferner ein zweites biotisches Ordnungssystem: die natürliche, abgestufte Verwandtschaft der Organismen. Auch diese Verwandtschaft ist in vorgeschichtlicher Zeit erkannt und beachtet worden. Das bezeugt jede Volkssprache mit den Bezeichnungen Vögel, Fische, Schlangen, Moose, Pilze usf.

Aus diesem Wissen um (ihrer Entstehung nach unbekanntem) Ordnungsgesetzmäßigkeiten entwickelte sich einerseits die (begriffsphilosophisch orientierte) Erkenntnisphilosophie ¹⁾.

¹⁾ Beispielsweise hat Platon im „Staatsmann“ sein „System“ der Tiere in der Form der Begriffsubordination

Aus Mythen und Gedankenkonstruktionen, aus nicht-phylogenetisch gemeinten Vorstellungen von Verwandtschaft, Verwandlung, Metamorphosen, aus dem Mythos einer als Makrokosmos und Mikrokosmos geordneten Welt, aus einem Mythos, der nach des Dichters Wort „sich lieblich um die Wahrheit wand“, hat sich aber auch die Evolutionsforschung langsam herausentwickelt. Aus den anfänglich nicht-phylogenetisch ausgedeuteten Ordnungssystemen entstand — zunächst lange Zeit ohne eine wirkliche Evolutionserkenntnis — die sogenannte natürliche Systematik und die später sich naturwissenschaftlich orientierende Metamorphosenlehre bzw. eine wissenschaftliche Phylogenetik.

Daß bei dieser fast unvermerkt sich vollziehenden geistesgeschichtlichen Wandlung viele Geistesfesseln der vorwissenschaftlichen Zeit überkommen sind, ist kaum überraschend. Geistesfesseln vorwissenschaftlich-mythischer Betrachtungsweisen mußten ja auch andere Wissenschaften abstreifen. Denken wir an die Geschichtsforschung, die aus einem Mythen- und Heroenkult herausgewachsen ist, an die Herkunft der Astronomie aus der Astrologie, der Medizin aus mystisch-magischem Wirken. Nach Max Planck ist die Geschichte der Naturwissenschaft allgemein ein Freiwerden vom Mythos.

dargestellt, nachdem er schon im „Menon“ das Subordinationssystem der Begriffe prinzipiell entwickelt hatte (vgl. Zimmermann 1953, S. 41–45).

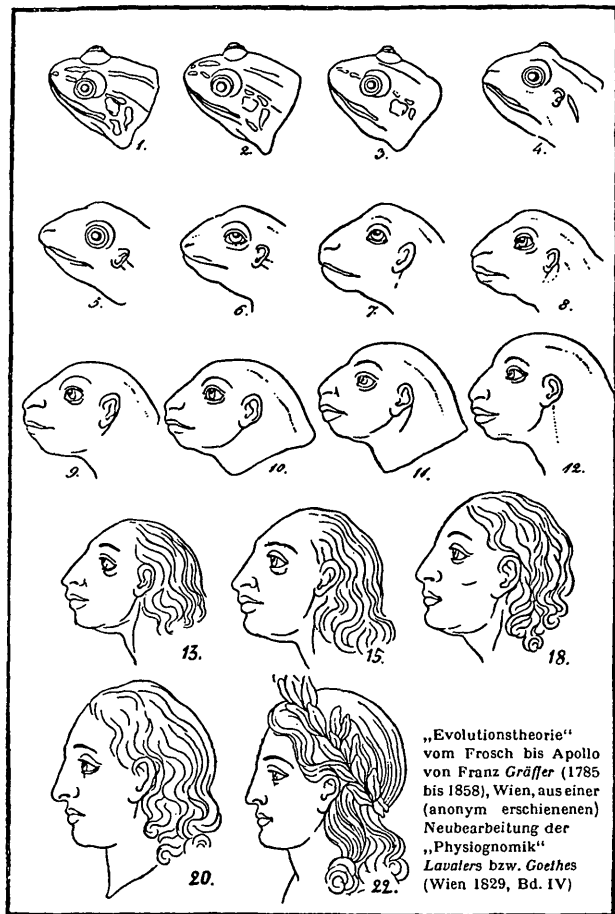


Abb. 1. Mythische Metamorphosen-Stufenleiter. Aus Zimmermann 1953, S. 365.

Wie viele Unmethoden einer mythisch-mystischen Vergangenheit auch in die heutige Betrachtung der durch Evolution entstandenen Ordnungssysteme hinübergeglitten sind und in einer naturwissenschaftlichen Sicht ausgeschaltet werden müssen, mögen einige weitere Beispiele belegen:

Uralt sind Ordnungsvorstellungen von Stufenleitern mit dem Menschen auf der höchsten Stufe alles Irdischen. Die Abb. 1 zeigt aus dem Goethekreis eine „Evolution“ genannte Stufenleiter vom Frosch über verschiedene Tiere zum Menschen und zu Apoll. In bestimmten Merkmalen, z. B. in der Zunahme des Gehirnschädels, aber auch in der größeren Verbundenheit des Frosches mit dem Wasser, entspricht diese Stufenleiter der realhistorischen phylogenetischen Entwicklung.

Und doch weicht eine solche Stufenleiter zweifellos vom realhistorischen Geschehen der stammesgeschichtlichen Entwicklung ab, schon, weil sie ja ganz aus heutigen Organismen oder Fabelwesen aufgebaut ist.

In ganz der gleichen Weise finden wir jedoch noch in heutigen Darstellungen, sogar in Lehrbüchern, derartige angeblich phylogenetische „Stammbäume“, (Abb. 2), die so wenig wie die Stufenleiter vom Frosch zum Apoll dem Naturvorgang entsprechen können, weil auch diese scheinbaren Deszendenzreihen nur aus heutigen, hintereinandergereihten Organismengruppen bestehen. Z. B. im Stammbaum der Abb. 2 könnte man glauben, es hätten real-historisch sich

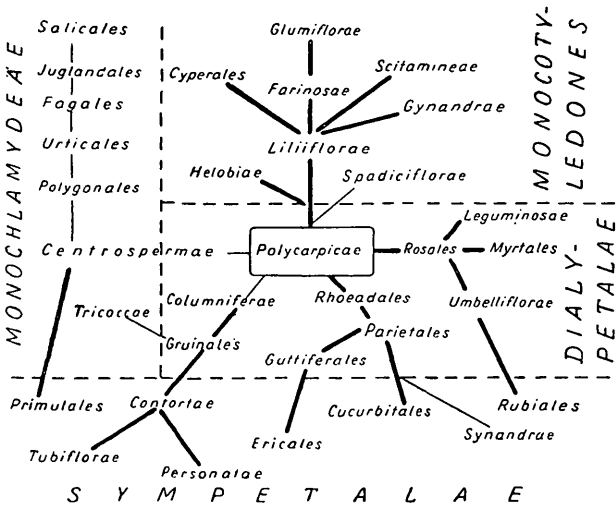


Abb. 2. Aus heutigen Organismen zusammengesetzter „Stammbaum“. Aus: Walter, Grundlagen der Phyto-
logie II, Stuttgart 1953, S. 55.

ineinander gewandelt: die „*Polycarpicae*“ genannten Magnolienverwandten zu den Nelkengewächsen, diese zu den Buchengewächsen und letzten Endes zu den Weidengewächsen ¹⁾).

Dieser aus vorphylogenetischer Zeit überkommene Grundfehler, daß man bei angeblichen Evolutions-

¹⁾ Demgegenüber müßte ein wirklichkeitstreuere Stammbaum die heutigen und allgemein die späteren Gewächse zurückführen auf in der Vergangenheit lebende Ahnen (vgl. solche Stammbäume z. B. bei Zimmermann 1959).

betrachtungen überhaupt nicht in die Vergangenheit tauchen wollte und konnte, und daß man so bei den Ordnungsbeziehungen, Ableitungen u. dgl. gar nicht an den realhistorischen, in der Zeit ablaufenden Naturvorgang gedacht hat und denkt, - dieser überkommene Verzicht auf die Verpflichtung zu objektiver Forschung ist „schuld“ an den allermeisten grundlegenden Meinungsdifferenzen bei stammesgeschichtlichen Fragen. Weil man gefühlsmäßig, intuitiv, Ergebnisse der Evolution, Ordnungssysteme der Organismen, erfaßt hatte, schien diese „intuitive“ Methode — idealistische Morphologen sagen: „Wie wenn die Sonne aufgeht“ — auch für die Grundlagen positiver und negativer Evolutionsaussagen erlaubt.

Greifen wir als Beispiel für die Auswirkungen einer „Alluvialphylogenetik“ die Diskussion einer viel erörterten Frage heraus: Waren die Uringiospermen insektenblütig wie die Magnolie oder windblütig wie die Buche? Die Diskussionen gehen in solchen Fällen meist wieder von Stufenleitern aus mit Ausgangsgruppen etwa der heute vertretenen *Polycarpicae* bzw. der Magnolienverwandtschaft (vgl. Abb. 2). Dann schließt man häufig so: Die Magnolien haben eine Reihe erwiesener primitiver Merkmale (zahlreiche freie Blütenorgane, verlängerte Blütenachsen u. dgl.). Aus diesem Grund stellt man die *Polycarpicae* „an den Anfang des Systems“. Und dann schließt man: Andere Merkmale, z. B. die Insektenblütigkeit der Magnolie, sind bei einer solchen Ausgangsgruppe ebenfalls primi-

tiv, die Windblütigkeit beispielsweise der Buchen („am Ende“ der Stufenleiter) ist dagegen abgeleitet ¹⁾.

Dieser auf Stufenleitern heutiger Organismen gegründete Schluß ist falsch. Die heutigen Magnolien und Magnolienverwandten repräsentieren ja höchstens für einige Merkmale eine Ausgangsgruppe. Ganz allgemein haben sich aber die einzelnen Merkmale in der Phylogenie selbständig abgewandelt. Ein deutliches Beispiel sind die sehr komplizierten Früchte der Magnolien ²⁾. Wer kann da auf Grund einer vorwissenschaftlichen Stufenleitervorstellung bestreiten, daß bei den heutigen Magnolien neben primitiven Merkmalen auch abgeleitete, wie die Insektenblütigkeit, vorkommen können? Oder umgekehrt, wie will man es rechtfertigen, die Buchengewächse „an den Anfang des Systems“ zu stellen und dann mit dem Schlußverfahren einer starren Merkmalskoppelung zu behaupten: Weil die Windblütigkeit und Eingeschlechtigkeit der Blüten ein primitives Merkmal ist, deshalb müßte das ganzrandige Blatt oder die einsamige Frucht usf. ebenfalls primitiv sein? Nein, schon nach den Fossilfunden hatten die Urangiospermen eine ganz andere Merkmalskombination als heutige Samenpflanzen aus dem Bereich der Angiospermen; sie bezeugen: Die Urangio-

¹⁾ Wollte man die *Polycarpicae* ernsthaft als eine Ahnengruppe der gesamten *Angiospermae* (einschl. z. B. der Monokotylen und der *Fagales*) definieren, dann ergäbe das eine nicht mehr verwertbare Monsterordnung.

²⁾ Vgl. Zimmermann 1959, Abb. 287.

spermen hatten wie die Magnolien zahlreiche freie Blütenorgane, sie besaßen aber auch, wie die Buchengewächse, eingeschlechtige windbestäubte Blüten (Abb. 3).

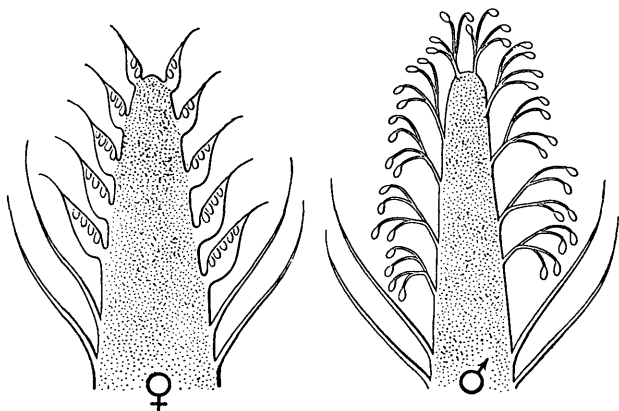


Abb. 3 .Urangiospermen-Blüten, wie sie etwa im frühen Mesozoikum existiert haben. Sie waren eingeschlechtig, windblütig und hatten zahlreiche Blütenorgane.

Ein anderer weitverbreiteter Verzicht auf Wirklichkeitstreue beruht auf dem Übersehen der Hologenie. Abb. 4 mag zunächst erläutern, was wir unter „Hologenie“ verstehen: Die kontinuierliche Folge von Ontogenen, die in längeren hologenetischen Ketten phylogenetisch abgewandelt sein können.

Diese Hologenie ist der einzige „wirkliche“ Entwicklungsvorgang, der die Organismen in der Natur verbindet. Das ist für Jeden ganz klar, der auf mythi-

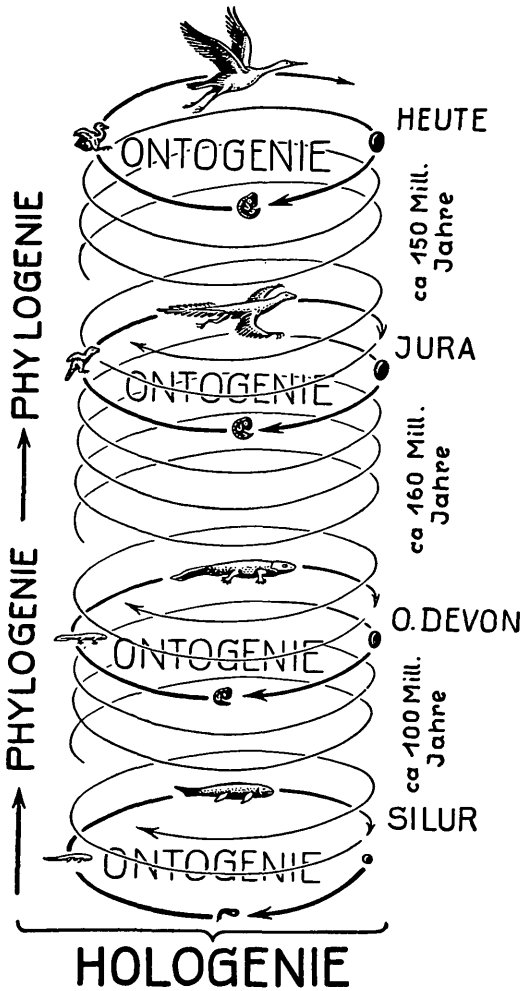
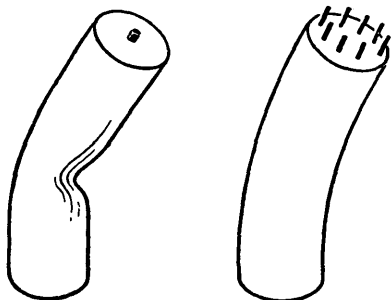


Abb. 4. Schematische Darstellung der Entwicklungsbe-
griffe (als Beispiel die Entwicklung zum Vogel). Aus
Zimmermann 1954.

sche Dichtungen verzichtet nach Art der Sage, daß Pallas Athene gewappnet aus dem Haupt des Zeus Kronios entsprungen sei.

Der Fehler übersehener hogenetischer Zusammenhänge als der einzigen wirklichen Entwicklungsvorgänge hat ebenfalls weitreichende Konsequenzen. Auch hierfür ein Beispiel: die Entstehung des Holzkörpers.

Als erste Form der Holzanordnung finden wir in den phylogenetisch ältesten Landpflanzen-Trieben (in den Urtelomen z. B. der devonischen *Rhynia*)¹⁾ einen zentralen Tracheidenstrang (eine Protostele). Die Triebe sind damit wie bei den vorangehenden Tangen reißfest konstruiert, weil das mechanisch wirksame Gewebe, d. h. das Holz, zentral in den Trieben saß. Die volle Eroberung des Festlandes durch die Land-



reißfest

knickfest

Abb. 5. Typen der Holzlagerung.

¹⁾ Zimmermann 1959, S. 157.

pflanzen beruht dann darauf, daß im Laufe der Phylogenie die zu Sproßachsen umgebildeten Triebe (Telome) biegungsfest werden, indem diese Holzstränge sich aufteilen und peripherwärts rücken (Abb. 5), wodurch solche Achsenorgane knickfest wurden.

Der Vorgang dieser Aufteilung und Verlagerung wurde bisher nach einem gedanklichen Schema (Abb. 6) angenommen, das keineswegs dem „wirklichen“ Naturvorgang entspricht. Es wird ja nicht der fertige Holzkörper zu einer Röhre (Siphonostele) ausgehöhlt, die anschließend durch die sogenannten Markstrahlen

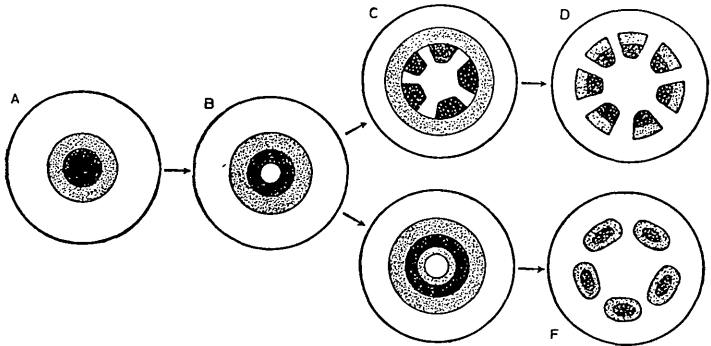


Abb. 6. Angebliche Phylogenie der Leitbündeltypen, schematisch. Weiß: Rinde und Mark, punktiert: Phloem, schwarz: Xylem.

in Stücke zersägt wird. Nein, die wirkliche Entwicklung ist die schon genannte Hologenie. Durch Änderung des Erbgutes werden an den Vegetationspunkten die

Gewebe und Organe gewissermaßen durch Umschmelzen des Vegetationspunktes auch lagemäßig verändert. D. h. es erscheinen die betreffenden Organe und Gewebe infolge einer Verlagerung der Organ- und gewebedeterminierenden Faktoren scheinbar verlagert: Organe und Gewebe können auch in anderer Lagebeziehung zueinander auftreten als bei den Ahnen.

Diese Veränderungen vollziehen sich, etwa bei den Holzteilen, schrittweise. Die Gabelungen der Holz-

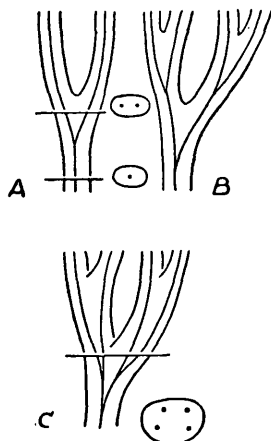


Abb. 7. *Taeniochrada Langi* Stockmans. A—C Stelenverlauf bei basipetaler Verschiebung der Gabeln (Erläuterung s. Text). Aus Zimmermann 1959, S. 116.

teile, genauer die sie determinierenden Faktoren, „gleiten“ in der Phylogenie basalwärts. Das fängt

schon bei den Urlandpflanzen, den Psilophyten an. Vielfach sieht man, wie bei einem dieser Psilophyten die Gabelung des Holzkörpers basalwärts gegliitten ist (vgl. Abb. 7). Infolge dieses Abwärtsgleitens enthält ein Querschnitt des Teloms nicht mehr 1 sondern 2 Holzkörper. Bei zweimaligem Gleiten ergeben sich 4 Holzkörper: ein sehr häufig im Bereich der Urfarne — die ja die Ahnen heutiger Landpflanzen sind — vorkommender Fall, wie z. B. beim karbonischen *Stauropteris*.

Der primäre Holzkörper ist vor allem bei den Farngewächsen heute an der Basis infolge des Abwärtsgleitens der Gabelungen wenige Male gegabelt²⁾, weiter oben kommt es zu einer Vermehrung der einzelnen Holzkörper (bzw. der Meristelen).

Dieses Abwärtsgleiten auch der Blattspuren (einschließlich ihrer Gabelungen) ist als unabhängige parallele Umbildung in zahlreichen Pflanzengruppen zu verfolgen (Zimmermann 1959): „Gleiten“ heißt natürlich auch hier nur: die determinierenden Faktoren differenzieren das Holz relativ tiefer aus.

Das Übersehen der Hologenie ist auch bei allgemeinen Fragen der Evolution eine große Gefahrenquelle. Es sei hier hingewiesen auf die beiden Beispiele der sogenannten „Vererbung erworbener Eigenschaften“ und des sogenannten „Biogenetischen Grundgesetzes“; die Meinungsdivergenzen gehen hier regelmäßig auf ein Übersehen der Hologenie zurück.

²⁾ Zimmermann 1959, S. 121.

Es wird übersehen, daß nicht die äußerlich sichtbaren „Eigenschaften“ von den Ahnen auf die Nachfahren übertragen werden. Nein, infolge eines geänderten Erbguts entwickeln sich in der Ontogenie bei den Nachfahren andere Eigenschaften. In ähnlicher Weise werden entsprechend dem „Biogenetischen Grundgesetz“ Eigenschaften in bestimmten Jugend- oder Altersstadien sichtbar.

Nun zur Besprechung der Ursachenzusammenhänge. Hierzu noch einmal unsere Aufgabe als Naturwissenschaftler: Wir wollen den naturwirklichen Entwicklungsvorgang einschließlich der Ursachenzusammenhänge erfassen und darstellen, so genau wie möglich und so wenig wie möglich verfälscht durch menschliche Umdichtungen.

Die historisch bedingten Schwierigkeiten und Meinungsdifferenzen beginnen schon bei der Frage: Was ist denn das: die „Ursache“ der Evolution? Der Ursachenbegriff hat sich in der Naturwissenschaft sehr stark gewandelt, ebenfalls von mystisch-mythischen Anfängen zu grob-mechanistischen Vorstellungen, daß individuierte Kräfte — auch als sogenannte Fernkräfte weithin in Zeit und Raum wirkend — an den „Wirklichkeitsklötzchen“ der Materie zerren und stoßen, und weiter bis zur heutigen Ursachenvorstellung, nach der etwa das Sieden des Wassers nicht durch Siededämonen oder Feuerteufelchen verursacht wird, sondern die Folge eines bestimmten Bedingungs-

oder Faktorenkomplexes: Wasser, Temperatur und Luftdruck ist.

Die Ursachenanalyse der Evolution muß gleichfalls frei werden von alten Umdichtungen, in denen sie noch vielfach befangen ist. Ein einfacher Worttausch im Sinne des „deus sive natura“ reicht hierfür methodisch nicht aus. Es genügt nicht, daß man die Götter zur Natur säkularisiert, oder statt „Schöpfung“ „Entwicklung“ bzw. statt „göttliche Kräfte“ „Entwicklungskräfte“ sagt, wobei solche „Kräfte“ noch genau so anthropomorph individuiert bleiben wie Halbgötter oder Dämonen, die als „Roboter“ oder als „Lebenskräfte“ die Organismen zurechtkneten.

Solchen veralteten Vorstellungen begegnen wir jedoch noch vielfach: Etwa in den Fragen, ob die „Mechanismen“: Mutation und Auslese wohl ausreichen, um die Evolution in Gang zu halten, oder ob man zusätzlich andere „Kräfte“ natürlicher oder übernatürlicher Art gewissermaßen als Vorspann bräuchte, um die Evolution zustande zu bringen, ob solche „Kräfte“ der Evolution im Organismus oder außerhalb säßen usf.

Nein, der Anschauungswandel muß viel tiefer gehen. Unsere Vorstellung einer natürlichen Entwicklung und natürlicher, naturwissenschaftlich erfaßbarer Ursachenzusammenhänge muß sich zweier, im Prinzip schon von Darwin erkannter Methodengrundlagen voll bewußt werden:

1. Die stammesgeschichtliche Entwicklung ist kein „Im-Nu-Geschehen“, sondern außerordentlich vielphasig, wobei jede Phase ihren eigenen Ursachenzusammenhang besitzt, einen Ursachenzusammenhang, der ganz auf den jeweiligen Moment der betreffenden Phase zugeschnitten ist.
2. In jeder Phase ist die bewirkende Ursache nicht ein Mechanismus, regiert von einem oder einigen wenigen zu Naturursachen säkularisierten Halbgöttern, sondern bedingt durch die gesamte Konstellation äußerer und innerer Faktoren; sie ist vielfaktoriell, wie wir das ja auch von jedem anderen Lebensvorgang wissen.

Es hat gar keinen Sinn, Ursachenfragen bei der Evolution zu diskutieren, wenn wir uns nicht bedingungslos dieser Vielphasigkeit und der jeweiligen Vielfaktorenkonstellation bewußt bleiben.

Ist aber eine naturwissenschaftliche Ursachenanalyse der mindestens 3 Milliarden Evolutionsjahre in unzählbar vielen Phasen überhaupt möglich, namentlich bei der Beteiligung unzählbar vieler Bedingungen bzw. Faktoren in jeder Phase? Ja! Lösbar wird die Ursachenanalyse nämlich deshalb, weil glücklicherweise nur 6 etwas Neues bringende (und sich wiederholende) Phasen wichtig sind: nämlich

1. die Phase der Mutation, der Veränderung des Erbgutes;
2. die Phase der Erbübertragung auf eine neue Zelle oder einen neuen Organismus;

3. die Phase des Sexualaktes mit der Neukombination des Erbgutes;
4. die Phase der Phänogenie in der Individualentwicklung, mit dem Erscheinen neuer Eigenschaften, Gewebe, Organe;
5. die Phase der Auslese zum Leben oder zum Tod und
6. die Phase der Artgrenzbildung, nach der meist erst eine „neue Art“ erfaßbar ist.

Über das Zustandekommen und Weiterwirken jeder einzelnen Phase entscheidet eine Fülle chemischer, physikalischer und biotischer Faktoren, z. B. das ganze Vorleben des betreffenden Organismus. Wie kann man, trotz dieser Vielzahl von Faktoren, Ursachen analysieren? Nun genau wie in jedem Experiment, wo ja gleichfalls das jeweilige Ergebnis von unzählbar vielen Faktoren bestimmt wird. D. h., wir müssen je nach unserer Fragestellung Faktor nach Faktor analysieren, indem wir immer nur einen Faktor (Temperatur, Strahlung, chemische Stoffe usw.) variieren und die übrigen beteiligten Faktoren möglichst konstant halten. Der eine (*ceteris paribus*) variierte Faktor — wir nennen ihn „Differentiator“ — schafft dann eine Differenz des Ergebnisses, er „lenkt“ das weitere Geschehen in differierende Richtungen.

Die Evolutionsaufgaben werden ferner auch dadurch lösbar, daß bei den für uns in Frage kommenden Fragestellungen jeweils nur ein bestimmter Differentiator je Phase wichtig ist.

Die Eigenart dieser „Conditionismus“ oder „Conditionalismus“ genannten, modern-naturwissenschaftlichen Ursachenvorstellung gegenüber mythischen Umdichtungen zu individuierten Kräften besteht im Anerkennen der Abhängigkeit jedes Faktors von der jeweiligen momentanen Faktorenkonstellation. Ein einzelner Faktor ist ein charakteristischer Differentiator nur im Moment einer bestimmten Faktorenkonstellation. Erinnern wir uns an das Sieden des Wassers! Eine bestimmte Temperatur ist Differentiator für das Sieden oder Nicht-Sieden des Wassers je nach dem Luftdruck und umgekehrt. Bei biotischen Geschehnissen ist die Zahl der bedeutsamen Faktoren allerdings viel größer. Aber ebenso wie die Physik die Annahme konstanter Fernkräfte als eine durch keinen empirischen Befund gestützte Umdichtung erkannt hat, ebenso müßte auch die Biologie und die biologische Evolutionsforschung vorgehen. Nur weil die conditionalen Zusammenhänge manchmal ungenügend beachtet wurden, konnten scheinbare „Ausnahmen“ von einem erwarteten Geschehen zu den Behauptungen des Indeterminismus verleiten, Behauptungen, die schon dadurch widerlegt werden, daß die „Ausnahmen“ mit zunehmender Konstanz der Faktorenkonstellationen immer seltener werden.

Kurz, wir müssen auch bei der Evolutionsanalyse den etwas umständlichen Weg einer selbständigen Betrachtung der einzelnen Phasen sowie der jeweiligen

Faktorenkonstellationen beschreiten. Leider muß ich mich aus Zeitmangel auf 3 Phasen beschränken.

Zunächst die Phase der Mutation. Die Mutation ist selbstverständlich derjenige Differentiator, demzufolge am Ende einer Evolutionsreihe das Erbgut anders ist als am Anfang. Daß es solche Mutationen gibt, sehr viel mehr als man noch vor gar nicht langer Zeit geglaubt hat, brauche ich heute wohl nicht mehr zu unterstreichen. Diskutiert wird nur darüber, welcher Art diese Mutationen sind.

Auch der Primärvorgang der Mutationen soll uns nicht beschäftigen, ob es sich um Änderungen bestimmter Loci der Chromosomen oder von Chromosomenteilen, Chromosomenzahlen, Zytoplasma- oder Plastidenänderungen handelt. Das steht ja in jedem Abriß der Erblehre.

Ein Wort aber über die Größe der Mutationen. Als Größenmaß haben wir leider nur das mehr oder minder deutliche Erscheinungsbild. Da gibt es recht auffällige Mutationen. Etwa bei der Küchenschelle (*Pulsatilla*), also einer choripetalen Dikotyle, gibt es eine synpetale Mutante, d. h. ein völlig verwachsenes Perigon ¹⁾ oder nackte (wie bei den Gymnospermen, dem Fruchtblatt außen ansitzende) Samen und einkeimblättrige Mutanten ²⁾.

Manchmal waren die einzelnen Mutationen nicht

¹⁾ Zimmermann 1938, S. 94 und 1948, Abb. 3.

²⁾ Zimmermann 1938, S. 94.

so tiefgreifend, wohl aber in ihrer Kombination. So finden wir bei der Küchenschelle schlitzblättrige Mutanten durch Verlagern der Hochblattunterteilung in den äußeren Perigonkreis. Kombiniert mit einer vielblättrigen Mutation schafft die Zerschlitzung aber zusätzlich zur normalen 6-blättrigen Blütenhülle eine neue zerschnittene Außenhülle (Zimmermann). In ähnlicher Weise schafft die Kombination einer weißblütigen Mutante mit einer tripetalen Mutante Küchenschellen, die man kaum mehr zu dieser Gattung rechnen möchte.

Solche auffällige Mutationen, zu denen man auch die kahlblütigen Mutanten rechnen kann, sind unter den normalen Lebensverhältnissen für den betreffenden Organismus durchwegs nachteilig; z. B. erfrieren die kahlen Mutanten bei Spätfrösten regelmäßig, während die normalen, durch den Haarpelz geschützten Blütenknospen im Knospeninneren bis zu 8° wärmer als die Umgebung sind. Die genannten Mutanten aber können sich in der Natur nicht halten und sind auch in der Kultur nur schwer durchzubringen. Für die natürliche Evolution scheiden sie somit aus.

Anders steht es mit kleinen Erbdifferenzen, die erbtechnisch nicht leicht zu untersuchen sind, die sich aber sehr häufig nebeneinander auch in natürlichen Populationen nachweisen lassen.

Von meinen Mitarbeitern werden diese Klein- und Kleinstmutationen z. Zt. eingehender bearbeitet. Es

mag darum der Hinweis auf die große Bedeutung unscheinbarer Mutationen für die Evolution genügen.

Welche Faktoren können als Differentiatoren Mutationen auslösen? Ein Beispiel: Wir nehmen zwei nach Erbgut und Lebensumständen gleiche Organismen. Den einen bestrahlen wir, den anderen nicht. Wenn der eine, etwa mit Röntgenstrahlen behandelte Organismus mutiert, so ist die Strahlung der Differentiator. Die Berücksichtigung der gesamten jeweils wirksamen Bedingungen verbietet jedoch, die Strahlung schlechthin „die Ursache“ der Mutation zu nennen. Auch die gleiche Strahlung kann bei anderen Bedingungen (Lebenslage, Erbgut usf.) völlig unwirksam sein. Wenn wir so die verschiedenen Lebenslagen usw. vergleichen, wäre die Lebenslage, das Erbgut usf. der Differentiator.

Mutationen können nach unseren heutigen Kenntnissen durch so viele physikalische, chemische oder biotische Faktoren ausgelöst werden, daß eine Aufzählung unmöglich ist. Bekannt und gerade heutzutage aktuell ist die sehr bedenkliche Auslösung von Mutationen durch Strahlungen als Differentiatoren. Auch manche Stoffe sind chemisch recht wirksam. Vielleicht hat man einige biotische Einflüsse zu gering beachtet. Bei meinen Küchenschellenversuchen konnte ich u. a. zeigen, daß auch bestimmte Kreuzungen zu Mutationen führen. In anderen Fällen hat das Altern von Pollen und Samen mutationsauslösend gewirkt.

Jetzt zur Phase der Auslese!

Auch hier ist die Situation bei methodisch klarer Fragestellung fast selbstverständlich. Bei der Überfülle von Nachkommen käme es ohne Auslese für alle Organismen schon nach relativ kurzer Zeit zu einer Übervölkerung. Bei Bakterien genügen wenige Tage, um aus einer einzigen Bakterienzelle eine Masse größer als der Erdball hervorgehen zu lassen, wenn nicht eben durch die Auslese die Nachkommenschaft dezimiert würde. Auch bei langsam sich vermehrenden Tieren, wie beim Elefanten, steigt die Zahl der Nachkommen in wenigen 100 Jahren bis auf viele Millionen, wenn nicht auch hier die Auslese eingreifen würde. Die Auslese ist der Differentiator, durch den die Überfüllung abgewendet wird.

Die Auslese wird erst deshalb zum Diskussionsproblem, weil es sehr verschiedene Formen der Auslese gibt, und zwar je nach den von uns Menschen ins Auge gefaßten Differenzen bzw. den daran beteiligten Differentiatoren. Wir fragen also nach der Differenz, die im einen Fall zum Leben und im anderen Falle zum Tode ausliest.

Da ist einmal die Differenz, die die Menschheit ebenfalls schon lange erkannt hat, die Differenz zwischen der Organismenwelt und dem übrigen Seienden, die Differenz, die wir einleitend als die innere Harmonie des Organismus erwähnt haben, die Ordnung, die man auch als das unbestreitbare Angepaßtsein gekennzeichnet hat. Diese Differenz zwischen

Bios und Abios liegt in der ungeheueren Häufung der Anpassungseinrichtungen und Anpassungsmerkmale in jedem Organismus, von Einrichtungen, die die Lebensfähigkeit des betreffenden Organismus in seiner natürlichen Umwelt erhalten und fördern.

Auch das ist ein Zeichen der methodischen Verworrenheit, daß Unklarheiten über die Worte und Begriffe „Anpassung“, „Zweckmäßigkeit“ usf. die Klarheit über die Naturgegebenheiten selbst vielfach verschleiert haben. Wir wissen ja alle, welche Naturerscheinungen wir meinen, wenn wir von „zweckmäßigen“ Einrichtungen sprechen. Wir meinen damit, daß etwa unsere Ernährungs-, Bewegungs-, Sinnesorgane zur Ernährung, zur Bewegung, zur Sinneswahrnehmung dienen und daß sie in ihrer Fülle für diese Organisation „zweckmäßig“, lebenserhaltend, lebensfördernd sind.

„Zweckmäßig“ sind also solche Einrichtungen, die den Menschen (oder auch jeden anderen Organismus) in seiner Lebensfähigkeit erhalten und fördern. Das Faktum des „Angepaßtseins“ bedeutet, daß diese „zweckmäßigen“ Einrichtungen sich bei den Organismen häufen. Ich unterstreiche das Wort Häufung der Anpassungseinrichtungen. Wenn es nur die eine oder andere lebensfördernde, zweckmäßige, systemerhaltende Einrichtung gäbe, würde es auch kein Problem der Anpassung geben.

Aber so ergibt sich die Grundfrage der Evolutionsforschung: Wie ist denn diese an jedem Organismus

festzustellende Häufung von Anpassungseinrichtungen, von systemerhaltenden Einrichtungen, entstanden? Welche Faktoren haben diese Häufung bewirkt?

Wir wissen: es ist ein Kernstück von Darwin's Auslesetheorie, daß diese Häufung eine Folge der Anpassungsauslese, des durchschnittlichen Überlebens der Lebenstüchtigeren ist. Nach experimentellen, wie nach mathematischen, wie nach logischen Untersuchungen werden im Durchschnitt mehr lebens-tüchtige als lebensuntüchtige Nachfahren infolge des Konkurrenzringens erhalten. Dieses Kernstück von Darwin's Auslesetheorie ist unbedingt erwiesen, sobald wir das unklare Gerank, das durch Schlagworte und unklare Begriffe darum gewuchert ist, entfernen. Die Phase der Auslese ist die einzige Phase, in der es zu einer Häufung ¹⁾ von lebensfördernden Einrichtungen gekommen ist. Die Anpassungsauslese ist somit der Differentiator, der die Differenz zwischen Lebendigem und Nichtlebendigem, die Eigenart der Lebewesen schafft (Abb. 8).

Läßt sich aber keine andere Phase der Evolution als Differentiator erweisen, der zu einer Häufung von Anpassungseinrichtungen führt?

¹⁾ Um die Ausführungen nicht allzu umfangreich zu gestalten, sei das Faktum der „Häufung“ auf die Tatsache beschränkt, daß bei den Nachfahren (z. B. Landorganismen) Einrichtungen gehäuft auftreten, die den Ahnen (z. B. Wasserorganismen) noch gefehlt haben. Natürlich gelten diese Veränderungen grundsätzlich auch wiederum für diese Ahnen.

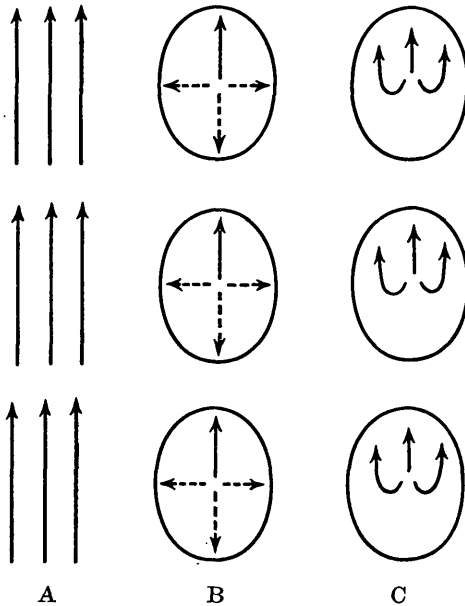


Abb. 8. Die Häufung der Anpassungseinrichtungen, schematisch an drei gleichartigen aufeinander folgenden Generationen dargestellt.

A = Der unmittelbar feststellbare Vorgang.

B = Die „darwinistische“ Deutung (infolge der Auslese bleiben vorzugsweise „Anpassungsmutanten“ übrig).

C = Die „lamarckistische“ Deutung (infolge eines Erbmechanismus entstehen vorzugsweise Anpassungsmutanten).

Aus Zimmermann 1960a, S. 700.

Bekanntlich haben die „lamarckistischen“ und „orthogenetischen“ Vermutungen die Phasen der Mu-

tation als Anpassungsphasen angesprochen. Durch Gebrauch und Nichtgebrauch oder durch direkte Bewirkungen oder autonom sollten vorzugsweise Erbänderungen auftreten, die schon von vornherein als Anpassungen funktionieren. Das könnte vielleicht in Einzelfällen einmal so sein. Nach allen genetischen Untersuchungen vermag jedoch die Phase der Mutationen allein nicht zu einer Häufung von Anpassungseinrichtungen führen. Im Gegenteil, die Mutationen, vor allem die augenfälligen Mutationen, — das sagten wir schon — sind im Durchschnitt Gegenanpassungen, sie haben sogar meist pathologischen Charakter. So würden die Mutationen allein im Verlauf der Ahnenreihen zu einer Verminderung der Anpassungseinrichtungen führen.

Machen wir uns den Anpassungsvorgang noch einmal klar an der Entwicklung der aus dem Wasser stammenden Landorganismen, bei denen die Anpassungseinrichtungen an das Landleben am Anfang gefehlt, am Ende aber sich gehäuft haben!

Erinnern wir uns z. B. an den komplizierten Wasserhaushalt der Landpflanzen mit ihren Wurzelhaaren, Endodermis-Durchlaßzellen vor dem Holzteil der Wurzeln, den Wasserleitungsbahnen mit charakteristischer Wandstruktur der Gefäße, den sogenannten Atemhöhlen, dem raffinierten Bau der Spaltöffnungen und Hydathoden, den Hydrotropismen, den osmotischen Kräften usf. Wenn so am Ende der phylogenetischen Reihen „zweckmäßige“ Einrichtungen sich gehäuft

haben, muß jedes einzelne Glied der Reihe im Durchschnitt einen Verbesserungsbeitrag gebracht haben, die Mutationen müssen im Durchschnitt „Anpassungsmutationen“ gewesen sein. Da jedoch der Durchschnitt der gleichzeitig auftretenden Mutationen keineswegs solche Verbesserungsbeiträge bringt, kann die Häufung der Anpassungseinrichtungen nur durch Auslese der vorteilhaften Mutanten — und zwar (das besprechen wir) von Kleinstmutanten — zustande gekommen sein.

Abgesehen von der oft unpräzisen Formulierung ist „schuld“ am Bezweifeln dieser — fast möchte ich sagen — Selbstverständlichkeit das vielfache Übersehen zweier verschiedener Wertbeziehungen und damit zweier verschiedener Erscheinungen des Angepaßtseins, nämlich des Individual-Angepaßtseins (bei dem die Werte dem einzelnen Individuum, dem „Träger“ der betreffenden Einrichtungen zugute kommen) und dem Gruppen-Angepaßtsein (bei dem die Werte einer Gruppe zugute kommen). Betrachten wir einige Gruppenwerte, etwa der Fortpflanzung, der Sexualität und des Ethos.

Die Fortpflanzung als Gruppenwert nutzt ja keineswegs dem „Träger“ der Fortpflanzung selbst. Im Gegenteil: wenn wir die Blüten vor dem Fruchtansatz entfernen, gedeihen die Pflanzen besser. Aber selbstverständlich konnten nur diejenigen Organismengruppen zum Weiterleben ausgelesen werden, die den Gruppenwert der Fortpflanzung hatten.

Gruppenwert haben ferner die Sexualität und die sekundären Geschlechtsmerkmale. Die von Weismann „Amphimixis“ genannte Vermischung bzw. Neukombination des Erbguts im Sexualakt bringt ja — das hat Weismann richtig gesehen — eindeutig neue Entwicklungsmöglichkeiten. Und ähnlich — das sei nur angedeutet — ist mindestens für zahlreiche Beispiele (denken wir nur an das Vogelfieder oder an einen Überschuß von Pollen) nachgewiesen, daß sekundäre Geschlechtsmerkmale (durch die sexuelle Auslese) bestimmte Gruppen der Sexualpartner zur Fortpflanzung auslesen.

Der Zusammenhang zwischen Gruppenwert und Anpassungsauslese greift auch über ein engeres biologisches Problem hinaus in die Frage nach der Entstehung des Ethos. Auf dem Umweg über eine Individualauslese wird man es kaum verstehen können, warum sich, wenigstens in einem bescheidenen Ausmaß erbliche Voraussetzungen für eine ethische Haltung bei Menschen gehäuft haben. Wer seinen Kopf im Kriege hinhält, in der Erwartung, daß die Individualauslese ihn (etwa in der Form eines „Danks des Vaterlandes“) begünstigen wird, wird bestimmt enttäuscht — wenn ihm Zeit dazu bleibt.

Jedes ethische Gebot — einerlei ob wir an „Liebe Deinen Nächsten“, an den „kategorischen Imperativ“, an die „Vaterlandsliebe“, an die „soziale Verpflichtung“, an die „Brüderlichkeit“ denken — ist ein Gruppenwert. Eine Diskussion auf der Ebene einer Individual-

auslese im sogenannten „Kampf um's Dasein“, wie sie etwa der verstorbene Zoologe Ludwig versucht hat, scheint mir daher von vornherein aussichtslos.

Aber wehe der Cromagnon-Horde, die nicht schon den sozialen Instinkt des Zusammenhaltes hatte, wehe dem Volk, das nicht den Ethos einer Verpflichtung dem Nächsten gegenüber kennt, und wehe der Menschheit, wenn die Liebe zu allem Lebendigen im Zeitalter der Atomzertrümmerung keinen gerechten Weg zur Ausschaltung der Atombedrohung findet! Diejenigen Gruppen, in denen dieser Gruppenwert des Ethos sozialer Verpflichtungen nicht lebendig ist, werden zugrunde gehen.

Es scheint mir eine biologische Konsequenz, daß die erblichen Voraussetzungen für die ethischen Einstellungen auf eine Gruppenauslese zurückgehen. Darum ist es eine agitatorische Behauptung, Darwin's Lehre vernichte die Ethik — wie wir diese auch fassen — und könne ihr Zustandekommen nicht erklären. Im Gegenteil, nur die Sozialauslese macht es naturwissenschaftlich verständlich, wie Gemeinschaftsbeziehungen als Erbstrukturen sich durchgesetzt haben. Diese Sexualbeziehungen sind allerdings z. B. bei staatenbildenden Insekten — auf einer ganz anderen Ebene — viel fester gefügt als beim Menschen. Man leistet nur einem politisch gesteuerten ethischen Materialismus Vorschub, wenn man die Augen vor solchen Naturfakten verschließt oder das Eintreten dafür als Materialismus schlechthin verdammt.

Eine Gruppenauslese führt auch zur Züchtung von Nutzorganismen, in einer Art von Symbiose zwischen Mensch und Nutzorganismus. Hier häufen sich die Einrichtungen, die die Symbiose fördern, weshalb bekanntlich Darwin die Züchtung von Nutzorganismen als Modellexperiment verwertet hat.

Natürlich kombinieren sich in jedem Einzelfall — das sei nur angedeutet — die sehr komplizierten Faktorenkonstellationen der verschiedenen, lediglich gedanklich trennbaren Auslesetypen zur jeweiligen entscheidenden Differenz: Auslese zum Tod oder zum Weiterleben.

Es ist methodisch unsinnig, wenn behauptet wird, der Darwinismus kenne nur Mutation und Auslese. Er meine, diese beiden Phasen umfaßten die gesamte Evolution. Ich erwähnte schon, daß es auch andere Phasen gibt. Allerdings erklären die beiden Phasen, Mutation und Auslese, zwei wichtige Differenzen zwischen Anfang und Ende der Evolution. Sie erklären, warum die Organismen am Ende von Abstammungsreihen in ihrem Erbgefüge anders sind als die Ahnen, und warum sich im Laufe der Phylogenie so viele „zweckmäßige“ Einrichtungen gehäuft haben.

Um wenigstens eine weitere Phase kurz zu erörtern, nenne ich die Phase der Artgrenzbildung. Diese Phase ist natürlich der Differentiator für das Entstehen von Artgrenzen, die zunächst durch Mutanten und deren Auslese normalerweise nicht ge-

schaffen werden. Die Artgrenzbildung ist eine selbständige Phase, auch zeitlich selbständig gegenüber den Phasen der Mutation und Auslese.

Wie kommt es zu dieser Phase der Artgrenzbildung? Welches ist der Differentiator, der das anfängliche Kontinuum der Formen in „Arten“ zerschneidet, der die Grenzen zwischen den Arten schafft? Der entscheidende Differentiator ist die Sexualbarriere, die den zuvor möglichen Erbaustausch verhindert. Z. B. Moritz Wagner, der diesen Gedanken aufbrachte und als „Entstehung der Arten“ vertreten hat, dachte zuerst nur an die Wanderungsschwerungen durch die geographischen Barrieren, etwa in Folge von Meeresarmen zwischen Inseln und mit dem Festland. Man versuchte, dadurch zu erklären, warum küstenferne Inseln so viele eigene Arten (man nennt sie Endemiten) beherbergen. Heute kennt man jedoch noch sehr viele in der Evolution herausgebildete morphologische oder physiologische Sexualbarrieren, die infolge der Verhinderung eines Erbaustausches eine Artgrenze schaffen.

Manchmal kann es allerdings auch wieder zum Aufheben solcher Artgrenzen kommen, wenn nämlich infolge von Wanderungen und von Chromosomenvermehrung getrennte Arten zusammenstoßen und sich wieder vermischen können. Auch da bietet die Gattung *Pulsatilla* viele interessante Beispiele für dieses Evolutionsgeschehen. Doch mag die Erörterung solcher Fragen auf ein anderes Mal verschoben sein.

Meine Darlegungen — so hoffe ich — haben Ihnen gezeigt, daß eine kritische und methodisch einheitliche Betrachtung des Naturgeschehens der Evolution auch umstrittene Fragen eindeutig beantworten kann. Wir müssen uns allerdings frei machen von den Resten einer vorphylogenetischen, mythischen Betrachtungsweise.

Der andachtsvolle Mythos des vorgeschichtlichen Menschen vor der Größe der Ordnungssysteme, deren Glied wir sind, ist nicht mehr möglich. Aber es bleibt — und das wollen wir nicht verkleinernd übersehen — der tiefe Eindruck, daß wir hier dem großartigen Lebensvorgang der Entwicklung gegenüberstehen, einer Großartigkeit, die wir ehrfurchtsvoll anerkennen wollen, weil sie durch unsere naturwissenschaftliche Erkenntnis nicht kleiner, sondern nur größer geworden ist.

Literatur

Näher auf die hier behandelten Fragen bin ich (mit Literaturhinweisen) eingegangen in

Zimmermann W. Vererbung „erworbener Eigenschaften“ und Auslese, Jena 1938; 2. Aufl. in Arbeit.

- Grundfragen der Evolution, Frankfurt 1949.
- Evolution. Die Geschichte ihrer Probleme und Erkenntnisse. Orbis Academicus, Freiburg u. München 1953.
- Phylogenie der Pflanzen, Stuttgart 1959.
- Die Auseinandersetzung mit den Ideen Darwins in Heberer und Schwanzitz: Hundert Jahre Evolutionsforschung, Stuttgart 1960, S. 290.
- Unser heutiges Wissen von der Evolution. Med. Grundlagenforschung 1960a Bd. 3, S. 655.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1960

Band/Volume: [100](#)

Autor(en)/Author(s): Zimmermann Walter Max

Artikel/Article: [Über die Stammesgeschichte der Lebewesen. 85-120](#)