

# Die Gesetze der Vererbung und der Anpassung in ihrer Beziehung zur Teleologie.

Die teleologische Naturauffassung der christlichen Philosophie hat durch die ebenso umfassende wie tiefschürfende Erforschung der Lebenserscheinungen durch die moderne Biologie eine ganz ungeahnte Bereicherung erfahren. Im Folgenden sei dies nur für zwei biologische Hauptprobleme kurz angedeutet.

Vererbung und Anpassung sind die beiden Grundpfeiler der individuellen wie der Stammesentwicklung der Organismen. Auf Vererbung beruht die Ähnlichkeit der Nachkommen mit ihren Vorfahren; auf Anpassung die durch äußere Einflüsse bewirkte Umgestaltung der ihnen vererbten Züge. In der Vererbung kommt die Präformation — die Vorbildung von Anlagen — zum Ausdruck, in der Epigenese die Umbildung von Anlagen. Wie beide, Präformation und Epigenese, in der individuellen Entwicklung (der Ontogenese) von der ersten Furchungsteilung der befruchteten Keimzelle an bis zur vollständigen Ausbildung des Lebewesens sich miteinander harmonisch verbinden, hat die Entwicklungsphysiologie in ebenso gründlicher wie großzügiger Weise erforscht. Roux gab ihr zwar den Namen Entwicklungsmechanik, Driesch hat jedoch überzeugend gezeigt, daß sie in Wirklichkeit durch und durch Entwicklungsteleologie ist, weil die Bildung wie die Zusammenordnung der Teile des Organismus nach ihrer Form wie nach ihrer Funktion von der Idee des herzustellen Ganzen beherrscht wird: die Causalitas finalis in der wundervollsten Durchführung. Neuerdings hat nun Hermann Kranichfeld<sup>1</sup> in den von Roux herausgegebenen „Vorträgen und Abhandlungen zur Entwicklungsmechanik der Organismen“ (Heft XXXI, 1922) eine geistvolle Parallele gezogen zwischen den durch Roux und seine Schule nachgewiesenen Gesetzmäßigkeiten der Individualentwicklung und den Gesetzmäßigkeiten der Stammesentwicklung, ohne die ein tieferes Verständnis der organischen Welt uns für immer verschlossen bleiben würde. Auch die Stammesentwicklung (Phylogenese) wird ebenso wie die Ontogenese durch und durch von Zielstrebigkeit beherrscht; aber das Ziel beider ist ein verschiedenes: in der Individualentwicklung das Einzelwesen, in der Stammesentwicklung die Naturharmonie, das biologische Gleichgewicht zwischen den organischen Arten vom Beginn des Lebens auf unserer Erde an bis zur Gegenwart und von dort weiter in unbekannte Fernen bis zum schließlichen Weltentod. Jene, welche die Entwicklungstheorie nur in ihrer abgelebten darwinistischen oder haeckelistischen Form kennen, haben gar keine Ahnung von dem sich hier uns eröffnenden teleologischen Wunderbau; sonst würden sie nicht über die Idee einer Stammesentwicklung der Organismen entweder mit schroffer Ablehnung oder mit geringschätzigem Achselzucken zur Tagesordnung übergehen.

<sup>1</sup> Siehe meine Abhandlung: Lebensgesetze und Lebensromane in dieser Zeitschrift, März 1923, Band 104, Heft 6. — Vgl. auch die nachgelassene Schrift H. Kranichfelds: Das teleologische Prinzip in der biologischen Forschung. Habelschwerdt 1925. (Bücher der neuen Biologie und Anthropologie, herausgegeben von Dr. Hans André, Band 3.)

Wir wollen nun hier untersuchen:

Was wissen wir auf Grund der tatsächlichen Forschungsergebnisse gegenwärtig über die Gesetze der Vererbung und der Anpassung in ihrer Beziehung zur Teleologie?

# I.

In der Erforschung der Vererbungsgesetze hat die Biologie durch Mendels „Untersuchungen über Pflanzenhybriden“ (1865) einen geradezu säkularen Fortschritt gemacht. Erst 25 Jahre später wurde Mendels Werk durch Correns, De Vries und Tschermak unabhängig voneinander wieder entdeckt und nun neidlos anerkannt. Der Name des Augustinerchorherrn Johann — mit seinem Ordensnamen Gregor — Mendel wird für alle Zeiten mit goldenen Lettern in der Geschichte der Biologie eingetragen bleiben und der katholischen Kirche ebenso zur Ehre gereichen wie der Name Kopernikus. Durch seine Kreuzungsversuche mit verschiedenen Erbsensorten fand Mendel nach jahrzehntelanger, mühevoller Arbeit folgende drei Gesetzmäßigkeiten der Vererbung, die nach ihm den Namen der Mendelschen Regeln tragen: die Uniformitätsregel, die Spaltungsregel und die Regel der Unabhängigkeit der Merkmale. In der ersten Tochtergeneration zeigt sich keine gesetzmäßige Verteilung der elterlichen Eigenschaften auf die Nachkommen, sondern entweder Mischung der Eigenschaften beider oder das Vorwiegen (die Dominanz) der Eigenschaften des einen Elters über jene des andern; das ist die Uniformitätsregel. Kreuzt man nun diese Nachkommen wiederum untereinander, so treten in der zweiten und in den folgenden Tochtergenerationen die beiden andern Gesetzmäßigkeiten zutage: die Eigenschaften der Eltern spalten sich in den Nachkommen und verteilen sich auf verschiedene Gruppen derselben mit mathematischer Genauigkeit in bestimmten Zahlenverhältnissen, die von vornherein berechenbar sind, wenn wir die Anzahl der Merkmalspaare kennen, in denen die beiden Eltern der ersten Generation (der Parentalgeneration) sich zueinander gegensätzlich verhielten. Das ist die Spaltungsregel. Zugleich zeigt sich aber auch, daß sich die Eigenschaften der beiden Eltern unabhängig voneinander auf die Nachkommen verteilen und in diesen sich selbständig neu verbinden, z. B. die Blütenfarbe und die Gestalt und Farbe der Samen der ursprünglichen Eltern. Das ist die Regel der Selbständigkeit der Merkmale. Mendel hatte aber auch schon nachgedacht über die tiefere Grundlage dieser gesetzmäßigen Vererbungserscheinungen: den einzelnen Merkmalen liegen ebensoviele Erbanlagen zu Grunde, die man Erbheiten oder Gene nennt. Durch diese Geistesarbeit hat Mendel die experimentelle Vererbungslehre zum Range einer exakten Wissenschaft erhoben.

Die erwähnte Selbständigkeit der Merkmale ist jedoch keine absolute. Es tritt in manchen Fällen auch eine „Koppelung“ von Merkmalen ein, die eine feste Beziehung zueinander haben. Zudem besteht, wie Johansen mit Nachdruck hervorgehoben hat, ein teleologischer Zusammenhang zwischen den sämtlichen Genen eines und desselben Individuums der betreffenden Art, aus deren Verbindung der Genotyp resultiert, welcher der Träger der spezifischen Artkonstanz ist. Dieser Genotyp seinerseits unterliegt wiederum in der indivi-

duellen Verwirklichung der in ihm enthaltenen Anlagen auch äußeren Einflüssen, welche die Entwicklung bestimmter Anlagen fördern, andere hemmen oder sogar in ihrer Äußerungsweise umgestalten. Aus dieser Wechselwirkung zwischen inneren Anlagen und äußeren Einflüssen geht dann der Phänotyp hervor, das in die äußere Erscheinung tretende „Individuum“. Dadurch ist in der individuellen Entwicklung die Brücke geschlagen zwischen Präformation (Vorbildung) und Epigenese (Neubildung): Das fertige Individuum ist eine Schöpfung von inneren und äußeren Ursachen zugleich. Erstere stellen das Prinzip der Vererbung dar, letztere das Prinzip der Anpassung.

Zahlreiche Forscher verschiedener Länder und verschiedener Erdteile haben sich in regem Wettstreit an der weiteren Ausbildung der experimentellen Vererbungslehre beteiligt, die den Namen Mendelismus trägt. Wir können hier nur wenige Namen nennen. In Deutschland waren es auf botanischem Gebiete Correns und Baur, die sich hier große Verdienste erwarben, auf zoologischem Gebiete V. Haeckel und ganz besonders Richard Goldschmidt, in der Schweiz Lang, in Dänemark Johannsen, in England Bateson und seine Schule, in Nordamerika in neuester Zeit in ganz hervorragender Weise T. H. Morgan und seine Schüler durch ihre mit der kleinen Taufelie Drosophila angestellten Kreuzungsversuche, usw.

## II.

Fragen wir nun, was hat uns der Mendelismus gelehrt in Bezug auf die Teleologie der Vererbungsercheinungen? Er hat uns vor allem mit unwiderleglicher Klarheit gezeigt, daß innere Entwicklungsanlagen, die Gene, die eigentlichen Ursachen der Entwicklung sind. Damit ist der Darwinismus endgültig entthront und mit ihm auch alle andern materialistischen Theorien, welche nur äußere Entwicklungsfaktoren anerkennen wollen. Der Mendelismus hat uns aber auch gezeigt, daß ein teleologischer Zusammenhang zwischen den verschiedenen Entwicklungsanlagen (Genen) eines und desselben Organismus besteht, die zum Genotyp sich zusammenfügen, welcher direkt das Prinzip der individuellen Einheit des Organismus und indirekt das Prinzip der Artlichkeit darstellt. Zwischen dem Genotyp und den äußeren Einflüssen besteht abermals ein inniger teleologischer Zusammenhang: das Individuum in seiner fertigen Gestalt wird nur durch das gesetzmäßige Zusammenwirken innerer und äußerer Ursachen gebildet, und zwar durch ein Zusammenwirken, dessen nächstes Ziel das Ganze des Individuums, das entferntere Ziel das Ganze der Art ist: überall umgibt uns hier Zielstrebigkeit!

## III.

Aber wir müssen nun auch fragen: Was hat uns der Mendelismus auf dem Gebiet der Vererbungswissenschaft einstweilen noch nicht gelehrt? Er gibt uns keine sichere Auskunft über die innere Natur der geheimnisvollen Gene oder Erbfaktoren. Wir wissen zwar, auf Grund der mikroskopischen Untersuchungen, die Hand in Hand mit den Kreuzungsversuchen angestellt wurden, daß die Träger der Gene die Keimzellen des Organismus sind, und zwar in den Keimzellen die färbbaren Kernbestandteile, die Chromosomen. Letztere können mit Recht als die materiellen Träger der Vererbung

betrachtet werden. Aber was die Gene in sich selber eigentlich sind, darüber gehen die Ansichten weit auseinander. Die meisten Forscher gestehen offen und ehrlich ein: Über die innere Natur der Gene wissen wir zur Zeit noch nichts. Manche, die tiefer über das Problem nachdachten, haben aber auch bereits den richtigen Gedanken ausgesprochen, daß die Gene in sich nichts Körperliches sein können, sondern nur die in den Chromosomen sich betätigenden Werkzeuge eines in sich unkörperlichen Lebensprinzips. Sonst wäre ja ihr gesetzmäßiges Zusammenwirken untereinander und mit den Einflüssen der Außenwelt undenkbar. Die Idee des Ganzen, deren Träger das individuelle Lebensprinzip ist, beherrscht eben die auf den Genen beruhende gesamte Entwicklung. Wiederum ein Triumph nicht bloß der Teleologie, sondern auch des Vitalismus, der ein die Lebensvorgänge einheitlich leitendes Lebensprinzip annimmt. Indem z. B. Reinke<sup>1</sup> die Gene „dynamische Faktoren“ oder „energetisch geladene Dominanten“ nennt, bekennt er sich faktisch zum Vitalismus, obwohl er trotz seiner Dominantentheorie nicht „Vitalist“ heißen will. Letzteres hat seinen Grund hauptsächlich darin, daß man den älteren Vitalismus mit dem neueren verwechselt. Jener nahm eine „Lebenskraft“ an, die neben den chemisch-physikalischen Ursachen im Organismus tätig sein sollte. Diese Theorie ist unhaltbar, während der neuere Vitalismus ein in den chemisch-physikalischen Ursachen tätiges und sie von innen heraus lenkendes „Lebensprinzip“ annimmt und eine unabweisbare Folgerung der experimentellen Vererbungslehre des Mendelismus ist.

Was uns ferner der Mendelismus noch nicht gelehrt hat und nicht lehren konnte, ist die Stammesgeschichte der Organismen. Nicht als ob die experimentelle Vererbungslehre der Annahme einer Phylogenese widerspräche; das ist keineswegs der Fall. Aber sie vermag uns über dieselbe positiv nur zu sagen, daß auch hier innere Entwicklungsanlagen, endogene Faktoren, die Hauptursache der Entwicklung sein müssen. Im übrigen vermag sie uns nur sehr wenig darüber zu sagen, ob eine stammesgeschichtliche Entwicklung stattgefunden hat, und ebensowenig, wie diese verlief. Manche Entwicklungstheoretiker sind zwar der Ansicht, daß bei der Entstehung neuer Arten in der Stammesentwicklung der organischen Welt die Kreuzung zwischen schon vorhandenen Arten eine ganz hervorragende Rolle gespielt habe. So insbesondere die Botaniker Reinke und Kerner v. Marilaun und der holländische Zoologe Lotzky<sup>2</sup>. Ja sogar Karl v. Linné, der durch seinen bekannten Satz: *Tot species numeramus, quot ab initio creavit infinitum ens*, zum Vater der Konstanztheorie geworden ist, stand dieser Anschauung nicht ferne. In seinen *Genera Plantarum* (4. Aufl. 1764) sprach er den Gedanken aus, nur die systematischen Gattungen seien ursprünglich konstante Größen, die Arten innerhalb der Gattung dagegen hätten ihre heutige Mannigfaltigkeit den Kreuzungen zu verdanken, die zwischen wenigen, anfangs gegebenen Arten stattgefunden hätten. Das erinnert durchaus an die Idee der Artbildung durch Kreuzung, welche heute von manchen modernen Forschern vertreten wird. Andere hingegen wollen diesem Faktor für die Stammesgeschichte keine so

<sup>1</sup> Grundlagen einer Biodynamik. 1922.

<sup>2</sup> Vorlesungen über Deszendenztheorie II (1906—1908), 38. Vorlesung.

große Bedeutung beilegen, und zwar gerade infolge der Ergebnisse der experimentellen Vererbungslehre.

Wir können nämlich erstens Kreuzungsversuche nur mit Formen der Gegenwart machen, die noch leben, nicht mit ausgestorbenen Formen, auf deren genetischem Zusammenhang mit den heute lebenden Arten sich die Stammesgeschichte aufbaut. Bei den gegenwärtig lebenden Arten und überhaupt bei den Arten einer Epoche relativer Ruhe (einer Konstanzperiode) sind aber die Eigenschaften der Organismen durch Anpassung an die Umwelt so fixiert, daß wir nur ausnahmsweise auf Umbildungsprozesse von Arten stoßen, wie sie uns in den relativ seltenen Fällen einer sprunghaften Mutation entgegenstehen, auf die wir unten noch näher einzugehen haben werden. Aber selbst ganz langsam und allmählich über Varietäten- und Rassenbildung zur Artbildung auf dem Wege der Anpassung fortschreitende Artbildungsprozesse sind heutzutage tatsächlich nicht ganz ausgeschlossen. Ich konnte einen solchen Fall 1901 aufzeigen<sup>1</sup> in der Käfergattung *Dinarda*, in welcher zwei Arten schon durch Anpassung an ihre Wirte fixiert sind, während zwei andere Arten erst auf dem Wege zur Artbildung sich befinden. Das sind jedoch nur Ausnahmen in der Fauna und Flora der Gegenwart, in welcher der Entwicklungsprozeß der betreffenden Arten entweder bereits abgeschlossen ist oder doch in so minimaler Weise voranschreitet, daß die kurze Lebenszeit der modernen Menschheit nicht einmal eine kleine Spanne desselben zu erfassen vermag. Daß es neue Varietäten- und Rassenbildungen unter den heutigen Tieren und Pflanzen in der mannigfachsten Weise gibt, wird dagegen auch von den strengsten Vertretern der Konstanztheorie anerkannt, weil es unleugbar ist. Wenn sie aber behaupten, diese Prozesse könnten niemals zur Bildung neuer Arten führen, so sind sie im Irrtum. Die reichhaltigen Beobachtungen über die Standortmodifikationen der Pflanzen, die sämtlich auf Anpassung an eine neue Umgebung beruhen, geben uns beispielsweise einen deutlichen Fingerzeig, wie die Arzeigenschaften der in den betreffenden Standorten längst heimischen Pflanzen zustande gekommen sind. Aus der Tatsache, daß wir gegenwärtig in einer relativen Konstanzperiode, nicht in einer Mutationsperiode leben, folgt jedoch immerhin, daß wir aus Kreuzungsversuchen mit Arten der Gegenwart keinen großen Erfolg für den entscheidenden Nachweis von Bildung neuer Arten erwarten dürfen.

Ein zweiter Grund hiefür liegt in dem Umstand, daß die experimentellen Kreuzungsversuche tatsächlich meist nur bei systematischen Varietäten und Rassen Erfolg haben, nicht aber bei systematischen Arten. Letztere gelingen im Tierreich nur äußerst selten und schreiten kaum je über die erste Tochtergeneration hinaus fort wegen der Unfruchtbarkeit der Bastarde. Im Pflanzenreich waren die Versuche mit Artkreuzungen etwas erfolgreicher, aber für gewöhnlich können wir doch nur mit Bastardierung von Varietäten oder von Rassen der nämlichen Art experimentieren. Dann dürfen wir aber auch nichts anderes erwarten, als daß das Ergebnis im günstigsten Fall neue Rassen sind, nicht neue Arten. Neue Rassen sind bei derartigen Versuchen auch

<sup>1</sup> Gibt es Arten, die heute noch in der Stammesentwicklung begriffen sind? (Biologisches Zentralblatt XXI.) Siehe auch diese Zeitschrift 64 (1903) 1. Heft, und „Die moderne Biologie und die Entwicklungstheorie“<sup>3</sup> (1906), IX. Kap. S. 210 ff.

häufig erzielt worden, aber diese blieben nur konstant, wenn ihre Mitglieder entweder untereinander weitergekreuzt wurden oder durch Selbstbefruchtung sich vermehrten, sonst nicht. Letzteres ließ sich ja überhaupt nur im Pflanzenreich bis zu einem gewissen Grade verwirklichen, im Tierreich kaum jemals. In freier Natur bestehen jedoch keine solche künstlichen Fortpflanzungsbedingungen, wie bei unseren Experimenten; dort beginnen die neuen Rassen durch Kreuzung mit andern Rassen in kurzer Zeit wiederum inkonstant zu werden; sie spalten sich nach den Mendelschen Regeln auf und fallen schließlich meist in die Stammart zurück. Die durch künstliche Kreuzungsversuche erzeugten neuen Rassen haben somit keine tatsächliche Bedeutung für den Artbildungsprozeß in freier Natur. Sie können uns höchstens Winke geben, aber keine Beweise liefern. Solche Winke kann man darin finden, daß manche der neuen Rassen atavistische Merkmale zeigen, die nicht der ursprünglichen Elterngeneration, sondern deren Vorfahren angehörten. Diese Rückschlüsse können uns wohl Fingerzeige für die natürlichen Verwandtschaftsbeziehungen der betreffenden Arten geben, aber direkte Beweise für die Entstehung neuer Arten vermögen sie uns nicht zu liefern.

Ein dritter Grund für die geringe Leistungsfähigkeit des Mendelismus auf dem Gebiet der Entstehung neuer Arten liegt endlich in der ungeheuern Komplikation der Faktorenberechnung, im seltenen Falle, daß die Kreuzung zwischen zwei verschiedenen Arten wirklich die zweite Tochtergeneration glücklich erreicht. Die Berechnung der Spaltungsgesetzmäßigkeiten der Mendelschen Spaltungsregel setzt voraus, daß wir die Zahl der Merkmalspaare feststellen können, in denen die ursprünglichen Eltern (die Parentalgeneration) sich zueinander gegensätzlich verhielten. Bei Dihybriden<sup>1</sup> gelingt die Rechnung noch leicht, bei Trihybriden auch noch, bei Tetrahybriden usw. wird sie immer schwieriger, bei Artblendlingen versagt sie endlich ganz, weil es sich hier um eine zu große Zahl von Merkmalspaaren handelte. Da ist unsere Mathematik um so schneller zu Ende, je weniger wir überhaupt imstande sind, die Zahl der ursprünglichen Merkmalspaare festzustellen.

Der entscheidende Hauptgrund aber, warum die experimentelle Vererbungslehre uns nur so geringe Aufschlüsse über die hypothetische Stammesgeschichte zu geben vermag, liegt darin, daß zur Stammesentwicklung außer dem konstanten Element der Vererbung auch das mutable Element der Anpassung gehört. Die Stammesgeschichte nimmt ja eine Transformation, eine Umbildung der Arten in ihren Entwicklungsreihen an, die uns hauptsächlich durch die Paläontologie erschlossen wurden und weiterhin erschlossen werden. Die Träger der Stammesentwicklung wie der Individualentwicklung können ja stets nur die Keimzellen sein, da sie es sind, die von Geschlecht zu Geschlecht kontinuierlich weitergehen, während der Leib (das Soma) der Individuen stirbt. Damit also im Laufe der Stammesgeschichte eine neue Art entstehen könne, muß das Keimplasma der Vorfahren sich verändern können, und zwar unter dem Einfluß äußerer Umstände — durch „Anpassung“. Das Problem der Stammesgeschichte lautet somit in seiner modernsten Form: Dürfen wir eine Mutabilität des Keimplasmas annehmen, und

<sup>1</sup> Dihybriden nennt man die Blendlinge, deren ursprüngliche Eltern sich in zwei Merkmalspaaren unterschieden; Trihybriden jene, bei denen die Zahl der Merkmalspaare drei betrug usw.

haben wir Gründe für die Annahme, daß das Keimplasma durch äußere Ursachen beeinflusst werden könne? Diese Kardinalfrage werden wir im Folgenden kurz zu beantworten suchen.

## IV.

Scheinbar stehen der Mutabilität des Keimplasmas und damit der Bildung neuer Arten im Laufe einer hypothetischen Stammesgeschichte der Organismen große Schwierigkeiten entgegen, und zwar gerade vonseiten der experimentellen Vererbungslehre des Mendelismus. Denn die Kreuzungsversuche enthüllten uns tatsächlich eine große Konstanz des Genotyps, der einer jeden Art eigentümlichen Vererbungstendenz. Diese Konstanz des Genotyps beruht aber auf der Festigkeit des Chromosomengefüges. Die Chromosomengarnitur, d. h. die Ausstattung des Zellkerns mit einer bestimmten Zahl und einer bestimmten Anordnung der Chromosomen, pflegt eine sehr konstante zu sein. Mit wenigen Ausnahmen hat jede Art eine bestimmte Chromosomenzahl in den Körperzellen und die entsprechende halbe Chromosomenzahl in den reifen Keimzellen; aus der Verbindung der Kerne der männlichen und weiblichen Keimzelle bei der Befruchtung geht dann wiederum die ganze Chromosomenzahl des Kerns der befruchteten Eizelle hervor. Auch das Gefüge der Chromosomen untereinander ist ein durchaus gesetzmäßiges für jede Art, wie die Vorgänge der Reifungsteilungen der Keimzelle beweisen. Da nun aber die Chromosomen die materiellen Träger der Erbfaktoren, bzw. der Erbfaktorengruppen sind, — denn in einem Chromosom sind meist zahlreiche Erbfaktoren lokalisiert — so folgt hieraus, daß auch die spezifische Vererbungstendenz des Organismus eine hochgradig feste, konstante ist. Indem nun aber anderseits gerade die Mutabilität des Keimplasmas zur Voraussetzung dafür hat, daß seine erbliche Beschaffenheit verändert, und zwar durch äußere Einflüsse verändert werden könne, steht die tatsächliche Festigkeit des Chromosomengefüges jeder Art der Annahme einer Mutabilität des Keimplasmas und damit auch der Annahme einer Stammesentwicklung der Organismen auf den ersten Blick zweifellos entgegen.

Diese Schwierigkeit ist dadurch gelöst worden, daß Dürken<sup>1</sup> und viele andere neuere Forscher auf Grund der Tatsachen neben der karyogenen Vererbung noch eine plasmogene annehmen, durch welche die erstere vorbereitet wird. Karyogene Vererbung (von *καρυον*, der Kern) besagt eine Vererbung durch die Kernsubstanz, plasmogene Vererbung eine solche durch das Zellplasma. Zellkern und Zelleib stehen sich im Zelleben ja nicht teilnamlos gegenüber, sondern sind, wie namentlich N. Hertwig in vielen seiner Schriften über Kernplasmarelation vortrefflich nachgewiesen hat, in regster Wechselbeziehung und Wechselwirkung. Aus den im Zelleib enthaltenen chemischen Stoffen werden die Chromosomen in den Pausen zwischen den Zellteilungsvorgängen durch Wachstumsprozesse stets aufs neue aufgebaut; dem Zelleib aber werden seine Baumaterialien von außen zugeführt durch den Ernährungsprozeß des ganzen Organismus; daher kann es uns kaum befremden, daß die chemische Zusammensetzung der Zellsäfte äußern Einflüssen

<sup>1</sup> Siehe B. Dürken und H. Salfeld, Die Phylogenese, Fragestellungen zu ihrer exakten Erforschung. Berlin 1921.

in hohem Grade zugänglich ist, wie es ja auch zahlreiche Tatsachen direkt bewiesen haben. Ebenso selbstverständlich ist es dann aber auch, daß die das Zellplasma beeinflussenden Veränderungen, wenn sie lange genug andauern, schließlich auch die Konstitution der Kernsubstanz, die sich vom Zellplasma ernährt, in Mitleidenschaft ziehen müssen<sup>1</sup>. Diese Beeinflussung der Kernsubstanz durch das Zellplasma ist in sich eine ganz langsame, allmähliche; erst, wenn sie eine gewisse Höhe, eine sog. Schwelle erreicht hat, erfolgt, und zwar dann rasch, eine entsprechende Umbildung der Kernsubstanz. Das ist die „Schwellenhypothese“ Dürkens. Sie steht mit den Erfahrungen der Zellchemie ebenso im Einklang, wie mit vielen entwicklungsphysiologischen Versuchen, ganz besonders aber mit den Tatsachen der sprungweisen Mutation, auf die schon Kölliker und Korschinsky hingewiesen haben, und die dann durch De Vries, Tower und andere neuere Forscher bedeutend vermehrt wurden. Die täglichen Erfahrungen der Tier- und Pflanzenzüchter würden die einstweilen noch selten scheinenden Fälle von sprungweiser Entstehung neuer Formen noch bedeutend vermehren, wenn sie von wissenschaftlichem Forschergeiste geleitet und begleitet würden.

Den Veränderungen der Kernkonstitution, welche mittelbar zu Veränderungen der Erbanlage, des Genotyps, führen, liegen sowohl innere (endogene) als äußere (exogene) Ursachen zu Grunde. Bei den bisher beobachteten Mutationen im Tierreich, sowohl bei jenen an gegenwärtig lebenden Formen als auch bei jenen, die durch die paläontologischen Stammesreihen der Ammoniten usw. uns bekundet werden (Salfeld), treten die endogenen Faktoren weit auffälliger in den Vordergrund, bei manchen im Pflanzenreich erzielten Mutationen dagegen die äußeren Einflüsse der Kulturbedingungen, die den Zuchtversuchen zu Grunde lagen. Überall aber haben die Mutationen des Phänotyps, des in die äußere Erscheinung tretenden Individuums, ihre Grundlage in den Mutationen des Genotyps, der Erbanlage. Durch diese genotypischen Mutationen können entweder früher vorhandene Erbfaktoren (Gene) verloren gehen oder in ihrer Wirkungsweise gebunden werden, oder es können sogar neue Gene erworben werden. Nun kennen wir allerdings aus den bisherigen tatsächlichen Erfahrungen der experimentellen Vererbungslehre fast nur Beispiele ersterer Art, die man Verlustmutationen genannt hat, dagegen nur sehr wenige letzterer Art, die wir als Gewinnmutationen bezeichnen können. Aber auch für letztere, die durch das Experiment viel schwerer festzustellen sind, haben wir zahlreiche indirekte Beweise, wenngleich bisher kaum noch direkte.

Die Mutabilität des Keimplasmas, welche die notwendige Voraussetzung für die Bildung neuer Erbanlagen und für eine sukzessive Veränderung derselben ist, widerspricht somit nicht den Erfahrungen des Mendelismus, sondern steht mit ihnen im Einklang. Daher ist durch den Mendelismus auch die Annahme einer „stammesgeschichtlichen“ Entwicklung der organischen Welt nicht widerlegt, sondern vielmehr neu gestützt worden.

<sup>1</sup> Siehe auch F. Alverdes, Die Rolle einer „kumulierten Nachwirkung“ in der Stammesgeschichte (Zeitschrift f. induktive Abstammungs- und Vererbungslehre XXVII [1921] 52—65).

## V.

Warum müssen wir denn überhaupt eine Stammesentwicklung annehmen, in welcher Präformation mit Epigenese, Vererbungs Konstanz mit adaptiver Veränderlichkeit sich verbinden? Das soll hier noch durch einige Beispiele aus meinem eigenen, seit vierzig Jahren in bereits 250 wissenschaftlichen Publikationen bearbeiteten Forschungsgebiete näher beleuchtet werden. Durch die glänzenden Triumphe des Mendelismus sind die für eine Stammesgeschichte der organischen Welt sprechenden Wahrscheinlichkeitsgründe, die aus der Paläontologie, aus der vergleichenden Morphologie und Bionomie, aus der vergleichenden Embryologie, aus der Tiergeographie usw. geschöpft sind und die wissenschaftliche Grundlage der Deszendenztheorie heute noch bilden, keineswegs ihrer Beweiskraft beraubt worden. Aber während man früher geneigt war, diese zu überschätzen, ist heute eher das Gegenteil der Fall. Denn wie ehemals der Darwinismus in der Biologie Mode war, so ist jetzt der Mendelismus Mode geworden, und was sich nicht nach den Mendelschen Formeln exakt berechnen läßt, soll nicht mehr als „wissenschaftlich“ gelten. Das sind unhaltbare Extreme. Der Darwinismus war und ist ja nur eine von den vielen Formen der Entwicklungstheorie, und wenn er heute weggelegt würde, so würde die Entwicklungstheorie doch stehen bleiben, wo sie stand. Das hat schon Huxley gesagt und Oskar Hertwig hat es auf der deutschen Naturforscherversammlung 1900 nachdrücklich wiederholt. Der Darwinismus als allgemeingültiges System, welches die gesamte Ordnung der belebten Natur erklären will durch das bloße Überleben des Passendsten, ist heute schon tot, weil er vom Mendelismus endgültig überwunden wurde, der uns auf die innern Entwicklungsfaktoren so nachdrücklich hinwies. Aber darum ist die Selektionstheorie Darwins noch keineswegs in Bausch und Bogen zu verwerfen, wie es Driesch und nach ihm viele andere getan haben. Als Hilfsfaktor behält sie noch ihren Wert, der jedoch je nach den betreffenden Tatsachengebieten, um deren Erklärung es sich handelt, ganz verschieden ist. Ja sogar auf einem und demselben Forschungsgebiet — auf demjenigen der Anpassungserscheinungen bei den Ameisen- und Termitengästen — gibt es einerseits Tatsachengruppen, bei denen die Selektion sich als durchaus ohnmächtig erweist, während diesen wiederum andere Tatsachengruppen der nämlichen Myrmekophilenkunde gegenüberstehen, wo sie ein unentbehrlicher Hilfsfaktor bleiben wird. Den Beweis hierfür habe ich in meiner Schrift „Die Gastpflege der Ameisen“ 1920 eingehend geführt, wo nur die symphilen Anpassungen, die Entstehung des echten Gastverhältnisses und des Symphilentypus der Ameisengäste behandelt wurden. Für die Erklärung des Trugttypus und des Mimikrytypus der Myrmekophilen kommt aber der Selektion Darwins eine noch größere Bedeutung zu, obwohl sie auch hier nur als äußerer Entwicklungsimpuls für die innern Entwicklungsanlagen dienen kann, indem sie die Individuen ausmerzt, welche Träger von minder günstigen Anlagen sind. Das wird sich im zweiten der folgenden Beispiele noch anschaulicher zeigen.

An erster Stelle soll ein kurzer Überblick über die hypothetische Stammesentwicklung der Ameisen- und Termitengäste seit dem

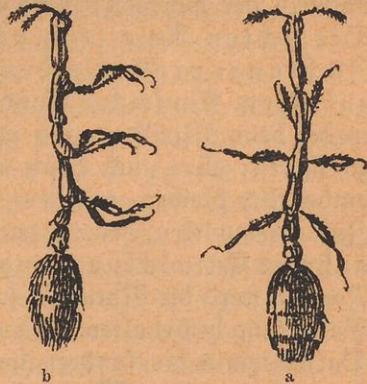
Beginn der Tertiärzeit gegeben werden. Die Termiten treten vom Eozän an, die Ameisen vom unteren Oligozän an in zahlreichen fossilen Resten auf und haben bereits, wie ihre Kastenentwicklung zeigt, in der Tertiärzeit unserer Erde eine ähnliche Großmachtrolle in der Natur gespielt wie heute. Erst von dem Auftreten der Wirte an konnte es Gäste geben, d. h. erst dann konnten andere Insekten sich dem Leben in Gesellschaft von Ameisen oder von Termiten anpassen; und auf Grund dieser Anpassung sind seit Beginn der Tertiärzeit viele Tausende neuer Arten, viele Hunderte neuer Gattungen, mehrere Duzende neuer Familien und sogar einige neue Unterordnungen von Insekten entstanden. Wir besitzen keine andere natürliche Erklärung für ihre Existenz als die Annahme einer stammesgeschichtlichen Entwicklung durch Anpassung. Wie jedoch die Abstammungslehre stets nur den Wert einer Theorie besitzen kann und ihre einzelnen Teile und Erklärungsversuche stets nur den Wert von Hypothesen beanspruchen können, so bleibt auch die stammesgeschichtliche Entwicklung der Ameisengäste und Termitengäste stets eine Hypothese, aber eine Hypothese von so großer Wahrscheinlichkeit, daß der Naturforscher sie annehmen muß, wenn er überhaupt logisch denken will. Der Gedankengang ist folgender:

Die erwähnten Arten, Gattungen und Familien von Ameisen- und Termitengästen unterscheiden sich von ihren freilebenden Verwandten durch körperliche Merkmale, welche ihre systematischen Art-, Gattungs- und Familiencharaktere sind. Diese morphologischen Eigentümlichkeiten der Organisation sind aber sämtlich Anpassungscharaktere an die myrmekophile bzw. die termitophile Lebensweise, welcher sie biologisch dienen, wie das Organ, das Werkzeug seinem Gebrauch dient. Sonst sind sie einfach für unser Verständnis sinnlos. Hieraus schließen wir: Jene morphologischen und die entsprechenden instinktiven Merkmale, welche die Ameisen- und Termitengäste auszeichnen, sind auch durch Anpassung entstanden. Bevor die Ameisen und die Termiten als Großmächte in der Natur auftraten, waren sie nicht da; mit deren Auftreten erschienen sie nach und nach und nahmen an Zahl wie an Entwicklungshöhe während der Tertiärzeit zu. Die betreffenden Insektenordnungen, insbesondere jene der Käfer, welche das weitaus zahlreichste und mannigfaltigste Kontingent zu den gesegmäßigen Myrmeko- und Termitophilen stellen, waren aber schon in der mesozoischen Periode da und haben dort, besonders im schwarzen Jura (Lias) eine beträchtliche Zahl fossiler Reste hinterlassen. Also sind jene Käfer, die wir heute an ihren Anpassungscharakteren als Ameisen- und Termitengäste erkennen, erst später das geworden, was sie heute sind. Also hat bei ihnen eine stammesgeschichtliche Entwicklung stattgefunden, und zwar eine auf Anpassung beruhende. Dies ist das allgemeine Hauptargument, für das ich Hunderte von Einzelbelegen liefern könnte. Nur einer dieser Belege sei hier näher erwähnt.

Unter den fünf Unterfamilien der Ameisen ist eine, und zwar nach den bisherigen Funden die jüngste, zuletzt aufgetretene, die Familie der Dorylinen oder der Wander- und Treiberameisen. Heute sind sie im Naturhaushalt eine Großmacht ersten Ranges als tropische Wald- und Feldpolizei, welche die Vermehrung der pflanzenfressenden Insekten zu Gunsten der Pflanzenwelt wirksam einschränkt. Sie sind nämlich Insektenräuber von Profession und

unternehmen fortwährend teils oberirdisch teils unterirdisch Jagdzüge, bei denen sie alles ihnen erreichbare Kleingetier überfallen, zerreißen und verzehren. Da könnte man doch denken: Diese Wander- und Treiberameisen haben sicherlich keine „Gäste“ aus der Insektenwelt bei sich, die mit ihnen marschieren; denn sonst müßten sie ja diese als die nächstliegende Beute zuerst fressen. Die Tatsachen jedoch bezeugen uns das gerade Gegenteil davon: die Wander- und Treiberameisen der Alten wie der Neuen Welt besitzen tatsächlich die größte Zahl von gesetzmäßigen Gästen unter allen Ameisen der ganzen Erde. Diese Gäste gehören vorzugsweise der Käferfamilie der Staphyliniden oder Kurzflügler an, die durch große Schmiegbarkeit sowohl der Körperbildung wie der Instinkte sich auszeichnen. Ich allein habe während fünfunddreißig Jahren mehrere hundert neue Arten und viele Dugend neue Gattungen und auch einige Familien und Unterfamilien von Dorylinengästen beschrieben, welche mir von Forschern der verschiedensten Weltteile, die sie in Gesellschaft der Wanderameisen gefangen hatten, mit den betreffenden biologischen Notizen zugesandt worden waren.

Wie ist diese überraschende, paradoxe Erscheinung zu erklären, daß gerade die gefährlichsten Insektenräuber die meisten Gäste haben? Die einzige natürliche Erklärung bietet uns die Entwicklungstheorie. Gerade weil die Wander- und Treiberameisen die gefährlichsten Insektenräuber sind, gerade deshalb bestand für andere Insekten die größte Anpassungsnotwendigkeit ihnen gegenüber. Wer sich nicht anzupassen vermochte, wurde eben aufgefressen, und so mußten sie dem Grundsatz zu huldigen versuchen: „Mit den Wölfen muß man heulen.“ Wissenschaftlich ausgedrückt lautet dieses Prinzip folgendermaßen: Mit der Anpassungsnotwendigkeit wächst — die Anpassungsfähigkeit vorausgesetzt — erstens die Anpassungshäufigkeit und zweitens die Anpassungshöhe. Diese beiden letzteren sind gleichsam mathematische Funktionen der ersteren. Tatsächlich finden wir neben der größten Zahl der Dorylinengäste auch die größte Entwicklungshöhe der drei Anpassungsformen der Ameisen- und Termitengäste vor, des Trugtypus, des Mimikrytypus und des Symphilentypus. Manche Vertreter, insbesondere des Mimikrytypus, sind durch Anpassung so hochgradig modifiziert, daß beispielsweise bei *Mimanomma* nicht bloß die Familiencharaktere ganz abenteuerlich umgebildet sind, sondern auch die Charaktere der Insektenordnung, zu welcher das Tier gehört. *Mimanomma* ist in seiner ganzen äußern Körperbildung so vollkommen aus einem Käfer in einen flügellosen Hautflügler (Hymenoptere) verwandelt, daß ich selber eine halbe Stunde lang im Zweifel war, zu welcher Insektenordnung dieser sonderbare Gast der Treiberameisen aus Kamerun gehöre. Ich mußte erst mikroskopische Präparate der Mundteile und der Tarsen des Tieres, die der Mimikryanpassung nicht unterliegen, anfertigen, um diese Frage entscheiden zu können. Dann aber



*Mimanomma spectrum* (Kurzflüglerkäfer)  
Gast von *Anomma* Sjöstedti, Kamerun.  
a Dberansicht. b Seitenansicht.

erkannte ich sofort, daß das Tierchen, das einer lächerlich in die Länge gezogenen kleinen Ameise gleicht, in Wirklichkeit ein Käfer aus der Familie der Kurzflügler ist, unmittelbar verwandt mit der Unterfamilie der *Meocharinen*, von welcher die neue Unterfamilie der *Mimanommatae* stammesgeschichtlich abgeleitet werden muß. Angesichts solcher Tatsachen kann wohl niemand daran zweifeln, daß die auf Anpassung beruhende Bildung neuer Arten, Gattungen und Familien von Ameisengästen für den Naturforscher eine unabwiesbar notwendige Annahme ist. Sonst würde er ja vor einem *lusus naturae*, einem Spielzeug, stehen, das Gott unmittelbar geschaffen, um den Ameisen ein Vergnügen zu machen, den denkenden Menschen aber in Irrtum zu führen.

Vorhin wurde bereits angedeutet, daß das Selektionsprinzip, die natürliche Zuchtwahl Darwins, für das ursächliche Verständnis des Mimikry- und des Trugtypus der *Dorylinengäste* eine besonders große Bedeutung besitzt, vielleicht eine größere als für irgend welche andere Anpassungserscheinungen im Tierreich. Die Wander- und Treiberameisen führen unausgesetzt einen rücksichtslosen Kampf gegen alle andern Insekten, und in diesem Kampf vermag nur derjenige zu überleben, der entweder außerhalb ihres Jagdbereiches bleibt oder sich ihnen anzupassen vermag. Die inneren Entwicklungsanlagen sind zwar auch für die Entstehung von so wunderbaren Formen wie *Mimamma* die eigentliche Hauptursache; aber sie sind es nicht im Sinne einer von äußern Einflüssen unabhängigen, orthogenetischen Entwicklung, weil sie eben Anpassungsformen sind. Wie die äußern Einflüsse umbildend auf die innere Entwicklungsanlage einwirken, konnte ich beim *Symphilentypus* auf Grund fünfunddreißigjähriger Beobachtungen und Versuche über das Gastverhältnis der *Lomechusini* endlich einigermaßen enträtseln<sup>1</sup>. Hier ist es das Prinzip der direkten Bewirkung unter der Leitung instinktiver Impulse; denn es läßt sich zeigen, daß eben durch die Pflege, welche die Ameisen diesen Käfern zuwenden, die Entwicklung der den Ameisen so angenehmen Exsudatorgane und Exsudatgewebe der Käfer teils unmittelbar teils mittelbar gefördert und dadurch der morphologische *Symphilentypus* der Gäste aktiv erzeugt wird: Die echten Ameisen- und Termitengäste sind als instinktive Zuchtungsprodukte der Gastpflegeinstinkte ihrer Wirte aufzufassen. Ein solches Band der direkten Anpassung kennen wir aber bisher weder beim Mimikrytypus noch beim Trugtypus. Wir hoffen es zwar noch zu finden; aber auch dann wird uns die Naturalselektion Darwins unentbehrlich bleiben, nachdem bei diesen Anpassungstypen das geheimnisvolle Zusammenwirken der inneren und äußern Faktoren sich geklärt hat. Als äußerer Entwicklungsimpuls durch Ausmerzungen der minder angepaßten Formen wird die Naturzüchtung hier wahrscheinlich auch weiterhin eine hohe Bedeutung beibehalten. Jedermann weiß, daß ich kein Anhänger des extremen Darwinismus bin, sondern ihn stets bekämpft habe; aber mein Grundsatz lautet: *In omnibus veritas!* Wir dürfen bei der Prüfung einer wissenschaftlichen Theorie uns nicht von Zuneigung oder Abneigung leiten lassen, so daß wir schon a priori an sie herantreten mit der Absicht, sie zu bestätigen oder sie zu widerlegen, sondern wir haben nur zu untersuchen: Was ist wahr an ihr, was nicht? Das

<sup>1</sup> Die Gastpflege der Ameisen (1920) V. Kap.

ist auch die einzig tragfähige Grundlage für unsere Apologetik. Sonst kann sie nicht standhalten, wenn sie nicht von ehrlichem Streben nach Wahrheit beherrscht wird — selbst bei der Prüfung von Hypothesen, die von den Gegnern der christlichen Weltanschauung mißbraucht worden sind.

## VI.

Zum Schluß werfen wir einen vergleichenden Rückblick auf die Gesetze der Vererbung und der Anpassung. Die ersteren haben durch Mendels Werk einen so riesigen Fortschritt gemacht, daß die Vererbungslehre heute zum Rang einer exakten Wissenschaft erhoben ist. Bezüglich der Gesetze der Anpassung dagegen tasten wir noch im Dunkeln. Einen kleinen Beitrag zur Theorie der Anpassung bei den Ameisen- und Termitengästen habe ich in einem soeben erscheinenden Buch über Ameisenmimikry (Berlin 1925) zu geben versucht. Dann erst, wenn wir auf dem weiten Gebiete der Biologie die Anpassungsgesetze im einzelnen erforscht haben, können wir mit einiger Aussicht hoffen, nun auch das ihnen gemeinsame herauszufinden und sie auf höhere, allgemeine Gesetzmäßigkeiten zurückzuführen. Diese in mathematische Formeln zu fassen gleich den Mendelschen Regeln der Vererbung wird jedoch kaum je möglich sein; denn die Vererbung ist ja das Element der Konstanz in der organischen Welt, die Anpassung das Element der Veränderung. Konstantes läßt sich leichter in Formen kleiden als Veränderliches<sup>1</sup>.

Eines aber hat sich heute schon klar gezeigt: Wie der Mendelismus auf dem Gebiet der Vererbungslehre einen Triumph der Teleologie und des Vitalismus über den Mechanismus bedeutet, so verhält es sich auch auf dem Gebiet der Anpassungslehre. Hier wie dort kann nur Lebensfähiges aus den Gesetzen des Lebens hervorgehen; die Umbildung der Formen muß von der Idee des herzustellenden Ganzen beherrscht werden, mag nun der Einzelorganismus an neue Verhältnisse sich anpassen, oder ihre Summe, die wir Arten nennen. Bei den individuellen Anpassungen tritt diese Herrschaft der Idee in ganz handgreiflicher Weise zu Tage, wie die Regenerations- und Restitutionsversuche der Entwicklungsphysiologen (Driesch usw.) gezeigt haben. Wenn aber in der Stammesentwicklung neue Arten, Gattungen und Familien durch Anpassung an neue Lebensverhältnisse entstehen, so fügen sie sich ebenfalls als lebendige Glieder in ein großes Lebensganze ein, in die Gesamtharmonie der Lebenden Schöpfung, welche durch ihre gemeinschaftsdienliche Zweckmäßigkeit jeder Art ihren Platz im Haushalte der Natur anweist und auch im Wechsel der Arten stets neue Gleichgewichtsbedingungen schafft. Diese Harmonie ganz erfassen und umfassen kann nur der Schöpfergeist selber, der sie erdacht und in die Natur der Lebewesen die Gesetze gelegt hat, durch welche jene Harmonie selbsttätig aufrecht erhalten wird; wir aber können nur die ewige Weisheit anbeten, die uns hier ihre Fußspuren hinterlassen hat, als sie durch die Schöpfung wandelte, attingens a fine usque ad finem, fortiter suaviterque disponens omnia.

Erich Wasmann S. J.

<sup>1</sup> In der oben erwähnten Schrift über Ameisenmimikry habe ich es versucht (im 6. Nachtrag, S. 160), einige „Mimikrygleichungen“ zu formulieren, welche die Abhängigkeit des Nachbildes vom Vorbild in der Form von Funktionen zum Ausdruck bringen.